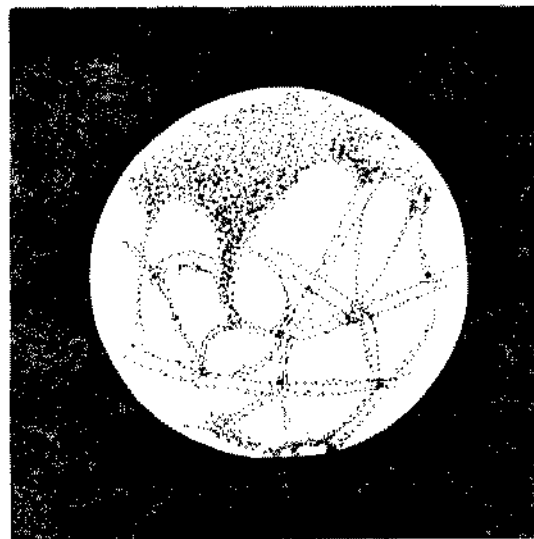




EDITURA ION CREANGĂ — BUCUREȘTI, 1989

MATEI ALEXESCU



INVITAȚIE LA PLANETARIU

Coperta : PETRE HAGIU

Ilustrațiile și fotografiile aparțin autorului

CUM S-A NĂSCUT „INVITAȚIA”

Într-o zi, am primit o scrisoare de la un pionier, pasionat al științelor despre aștri. După o descriere amănunțită a ceea ce făcuse până atunci — ce cărți de astronomie citise, cum reușise să-și construiască o lunetă și ce putuse să vadă cu ea — îmi puneă o întrebare : „Ce fel de instrument este planetariul și la ce observații poate fi folosit ?”

O clipă am rămas descumpănit ; dar după aceea, mi-am dat seama de confuzie, și de unde provenea ea. În fața atitor denumiri de instrumente (lunetă, telescop și radiotelescop, interferometru etc.), tinărul meu corespondent și-a închipuit că „planetariul” este tot un aparat destinat observațiilor astronomice. Mai mult, pornind de la nume, el făcea și presupunerea că instrumentul necunoscut este specializat în studiul planetelor — fie în ce privește mișcările lor, fie pentru cercetarea caracteristicilor fizice și chimice ale acestora. Pe bună dreptate pasionatul meu corespondent dorea să știe mai amănunțit despre ce este vorba.

Evident, i-am răspuns — nu se cade niciodată să nu răspunzi la o scrisoare ; iar prin cele scrise, alături de alte lămuriri pe care mi le ceruse, am încercat să-i explic și ce înseamnă un planetariu. Repede însă după plecarea misivei mele, am ajuns la concluzia că a arăta clar, prin cuvinte, ce este un planetariu, care sînt legăturile lui cu astrono-

mia, nu se poate face în câteva rînduri. Aşa mi-a venit ideea de a scrie o carte consacrată acestui subiect; ea este destinată nu numai celor care nu au făcut pînă acum cunoştinţă cu un planetariu, dar şi celor care, mergînd o singură dată la o astfel de unitate cultural-ştiinţifică, îşi închipuie poate că „noaptea” planetariului este cam tot ce se poate vedea acolo... Nu, nici pe departe! Deceniile de practică aproape cotidiană în acest domeniu m-au dus la concluzia fermă că planetariul este cel mai de preţ ajutor, atît pentru cei ce vor să cunoască marile adevăruri despre universul astral, cît şi pentru cei ce vor să ştie mai multe despre bolta înstelată şi fenomenele pe care deseori avem ocazia să le vedem acolo. Alături de carte, planetariul este deci un mijloc deosebit de util tuturor celor care vor să dobîndească o sumă de cunoştinţe despre Univers, despre lumea nesfîrşită în care ne găsim — cunoştinţe atît de necesare oricărui om al acestui sfîrşit de veac XX...

Într-o seară senină de vară sau de toamnă, de iarnă sau de primăvară, ridică-ţi privirea, tinere cititor, către bolta înstelată: cite astre! Unele mai luminoase, altele mai palide, în timp ce o mulţime abia dacă se pot zări. Oare cum să faci, să le recunoşti? E adevărat că la şcoală, la o lecţie de geografie, ai învăţat cum să găseşti Steaua Polară, cu ajutorul Carului Mare: prelungeşti linia care uneşte roţile din urmă ale „Carului”, cu de cinci ori distanţa dintre cele două stele ce închipuie roţile şi dai peste Steaua Polară (fig. 1). Dar unde o fi „Carul”? Şi, în general vorbind, cum poţi să recunoşti şi celelalte constelaţii sau măcar stelele lor principale — Orion (despre care scriitorul Geo Bogza a scris

o minunată poezie), Leul, Lebăda, Lira, Balanţa...? Oare de la cine şi de unde provin toate aceste denumiri atît de variate şi cum au fost date?

Prietene necunoscut, hai să luăm lucrurile sistematic. Adică, mai întîi să spunem un cuvînt despre constelaţii şi despre hărţile cereşti, ca de-abia după aceea, în mod logic, să ajungem unde ne-am propus la început — la planetariu, la ce reprezintă el pentru toţi cei cu vîrste de la 5 la 155 de ani...

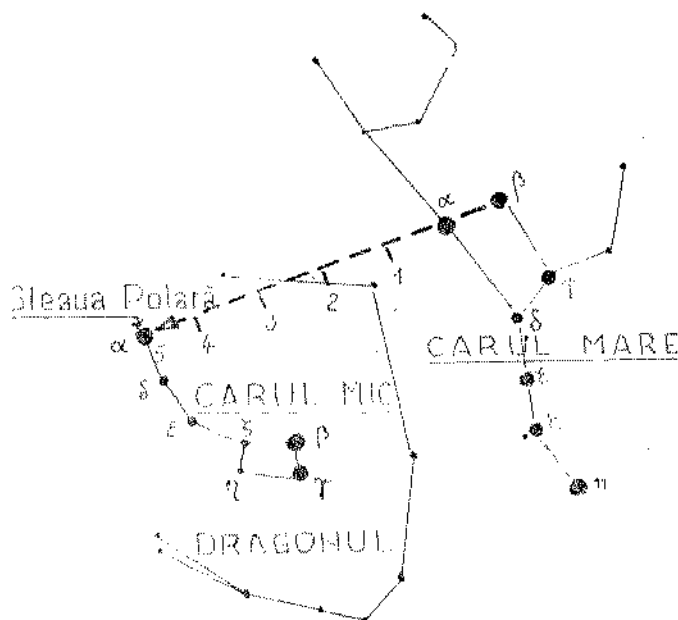


Fig. 1. Cum se găseşte Steaua Polară

Dragoş - Silviu
T. Bora

În urmă cu mai bine de 5 000 de ani, vechii locuitori de pe malurile fluviilor Tigrul și Eufrat, ca și cei de pe coastele Mării Mediterane, au început să imagineze grupări de stele — constelații, după cum li se părea că ele ar avea oarecare asemănare cu vreun animal sau obiect. Așa au apărut primele constelații: Ciinele Mare, Carul Mare, Leul ș.a.

Să știți că aceste grupări de stele nu au fost imaginate fără vreun scop. Pentru a putea face călătoriile mai lungi pe mare, ca și prin ținuturi necunoscute, oamenii trebuiau să se poată orienta, spre a reveni ușor în locurile de unde pleaseră. De-a lungul veacurilor, ei observaseră că s-ar putea orienta după Soare, în timpul zilei, și după stele, noaptea. De aceea, tocmai pentru a recunoaște mai ușor stelele găsite, ca fiind cele mai potrivite orientării, ca și prevederii anotimpurilor și a altor fenomene, au fost închipuite constelațiile, de către cei care au trăit cu milenii înaintea noastră.

În acea epocă îndepărtată, nu au fost imaginate toate constelațiile; dar treptat, tot cerul înstelat a fost împărțit în astfel de grupări. Mai mult, diferitele popoare au închipuit constelații, după propriile credințe și obiceiuri. De exemplu, Carul Mare — cunoscut sub acest nume în toată Europa — este numit de chinezi, Tigaiu; constelația Leul este numită de unele popoare africane, Hipopotamul etc.

Strâns legat de natură și de fenomenele sale, poporul nostru a urmărit și cercetat cu atenție evenimentele cosmice. Ca exemplu, am să vă reamintesc faptul că alcătuirea celebrului calendar dacic de la Sarmizegetusa dovedește un nivel deosebit de avansat al cunoștințelor astronomice ale strămoșilor noștri. Iar folclorul, această minunată creație spirituală a poporului nostru, cuprinde minunate

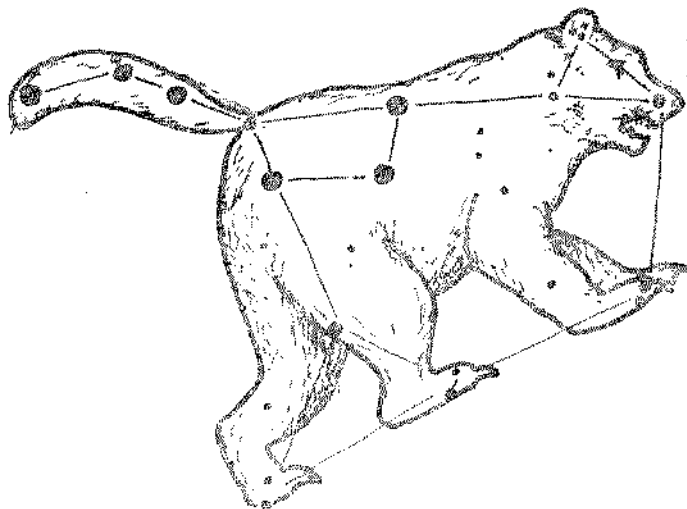


Fig. 2. Ursa Mare, după Atlasul stelar al lui Bayer

legende care au ca personaje Soarele, Luna, stelele; și tot în aceste creații găsim numeroase nume de constelații închipuite de strămoși — Omul, Rarița, Hora, Dulăul, Văcarul, Fata cu cobilița, Cloșca cu Pui...

Imaginate în fel și chip de-a lungul timpului, constelațiile s-au păstrat prin tradiție de la o generație la alta. Mai mult, atunci când au început să fie desenate adevărate hărți ale cerului înstelat, constelațiile au fost reprezentate și pe aceste documente științifice (ex. fig. 2); sint celebre, ca veritabile opere de artă — nu numai ca documente științifice — hărțile lui Bayer (1603), Flamsteed (1712) și altele.

În raport însă cu precizia tot mai mare a acestor hărți, granițele pentru constelații, marcate de diferiții autori, erau destul de imprecise. De-abia în anul 1923, Uniunea Astronomică Internațională — organizație științifică mondială a astronomilor — a stabilit, cu precizia cuvenită, limitele celor 88 de con-

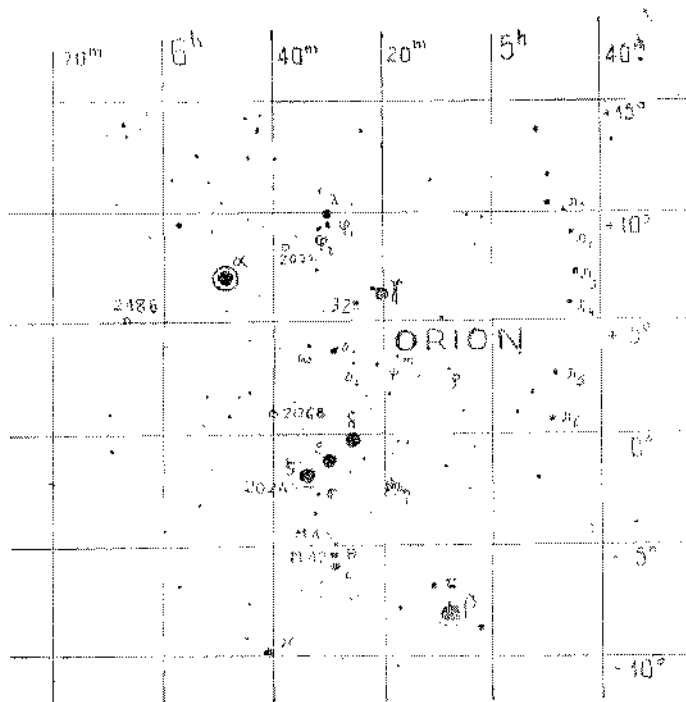


Fig. 3. Orion — hartă modernă

stelații care acoperă tot cerul, cuprinzând deci toate stelele. Astfel, astăzi, nici un astronom nu mai vorbește despre „steaua din umărul lui Orion” sau despre acea din „mijlocul oștei Carului Mare”, ca în veacurile trecute; acum se indică fie numele sau numerele din catalog ale stelelor, fie pozițiile lor pe cer, prin date asemănătoare celor indicate pentru diferitele puncte de pe globul terestru (latitudinea și longitudinea — dar, evident, în înțelesul lor astronomic! (fig. 3). Dintre cele 88 de constelații, cam 62 se văd în totalitate sau numai în parte, din țara noastră; restul de 26 nu se pot vedea decât din locuri mai apropiate de ecuatorul pământesc sau numai din emisfera sudică a planetei noastre.

Încă ceva: când veți avea ocazia să vă uitați pe vreun atlas astronomic stelar, veți remarca imediat că numele constelațiilor nu sînt înscrise nici în limba română, nici în franceză, rusă, engleză sau altă limbă modernă de largă circulație internațională: aceste denumiri sînt indicate în limba latină — comună, din acest punct de vedere, pentru toți astronomii din lume. Așa că veți găsi, de exemplu, Libra — în loc de Balanța; Aries, în loc de Berbecul; Cygnus în loc de Lebăda sau Cetus, în loc de Balena. Adică exact ceea ce vă spuneam — numele latine ale constelațiilor respective.

Înutil să mai insist asupra faptului că între stelele unei constelații nu există nici o legătură. De exemplu, cele 7 stele principale ale constelației Carul Mic — numită, de fapt, în astronomie, Ursa Mică — se găsesc la depărtări față de noi cuprinse între 100 și 450 de ani lumină. (Știți ce este anul lumină? Este distanța străbătută de lumină în linie dreaptă în timp de un an, cu viteza ei de 300 000

km pe secundă. Cum într-un an sînt 31 536 872 secunde, rezultă că un an lumină cuprinde, în cifră rotundă, cam 9 467 miliarde de kilometri! Acum faceți voi socoteala, ce înseamnă, de pildă, distanța Stelei Polare în kilometri, dacă ea se află la cca 467 de ani lumină.) Sau, dacă vreți încă un exemplu, iată cîteva date despre unele stele din constelația Leul. Astfel, steaua Denebola din această constelație se află la 43 de ani lumină, iar steaua principală a constelației, Regulus, se află la 81 de ani lumină. Spre deosebire de aceste stele, relativ apropiate, steaua notată cu litera grecească *eta* se găsește la nu mai puțin de 1 630 de ani lumină, adică la peste 15 milioane de miliarde de kilometri! Și cînd te gîndești că există aștri și sisteme astrale de mii și chiar de milioane de ori mai îndepărtate! Să nu ne... îndepărtăm însă de subiectul nostru și să revenim la ceea ce ne interesează.

Față de distanțele uriașe la care se găsesc, stelele par că nu-și schimbă pozițiile, unele în raport cu altele. În pofida faptului că ele se mișcă prin spațiul nesfîrșit, cu viteze de zeci și sute de kilometri pe secundă, noi nu putem remarca acest lucru decît prin măsurătorile extrem de precise făcute în observatoarele astronomice. Să știți că așa cum le vedem noi astăzi, constelațiile se zăreau și acum 1 000 sau 2 000 de ani. De aceea, dacă facem acum o hartă a cerului, ea va putea fi utilizată și peste 2 sau 3 secole și chiar mai mult. Singurele modificări vor fi numai acelea referitoare la anumite cifre: pozițiile stelelor, unele în raport cu altele, rămîn practic neschimbate.

Nu de puține ori am fost solicitat, în timpul unor observații, să indic o stea sau alta — unde se ve-

deau pe cer. Nu vă închipuiți cît este de greu să faci așa ceva! Dacă nu este vorba de vreo stea cu totul deosebită ca strălucire sau culoare, trebuie să dai mai întîi un reper ușor de remarcat și de-abia după aceea, în raport cu acest reper, să indicîi steaua în cauză. Ca să vă convingeți, încercați să arătați cuiuă o stea oarecare din — să zicem — Carul Mare (voi care îl cunoașteți!), indicînd-o cu degetul (chiar dacă nu e prea frumos așa!). Veți vedea singuri cît este de greu: voi arătați în lungul mîinii voastre — dar cel de lingă voi se uită din alt punct spre deget, văzîndu-l ca și cum ar indica o cu totul altă direcție. Cu această aparentă digresiune, ajungem însă la ce vroiam și anume, la planetariu.

În fond, noțiunea de „planetariu” este comună pentru două înțelesuri. Putem înțelege prin el acel aparat complex de proiecție care realizează o imagine a ...cerului (o să vedem cum!); dar putem desemna prin același termen și acea unitate culturală care deține un astfel de proiector, pe care îl utilizează într-o activitate de explicare a fenomenelor cosmice și, în general, pentru răspîndirea în masele largi a cunoștințelor științifice despre lumea nesfîrșită a astrilor. Cum să alegem? Simplu: să mergem — deocamdată prin intermediul acestor pagini — la un planetariu. Invitația fiind făcută, urmează alegerea la care dintre cele patru planetarii publice din țara noastră vreți să mergeți — Baia Mare, Constanța, Suceava sau Bacău. Între noi fie vorba, cum eu lucrez la planetariul din Bacău, vă propun să veniți aici!

ACOLO UNDE CERUL E MEREU SENIN

Mulți dintre voi veți spune că acest titlu nu este altceva decât o figură de stil. Și da, și nu. Da, pentru că vom vorbi de un cer care nu e... cer; nu, pentru că „cerul” planetariului cunoaște orice, afară de nori sau ceață. Atunci?

Atunci, lăsând pentru mai târziu expoziția astromonică permanentă de la planetariul băcăuan, situată la primele două etaje ale clădirii, să urcăm direct la etajul III (Atenție! Sunt în total 74 de trepte!) și să intrăm în sala de spectacole a planetariului.

O sală rotundă, perfect circulară, al cărei perete este tapizat într-un material de culoare închisă. Plafonul, cu totul deosebit, are o formă perfect emisferică și este complet alb, fără nici un fel de reper.

În sală, trei rînduri concentrice de fotolii și, exact în mijloc, ceva care parcă ar semăna cu un robot, dacă nu ar fi fix, pe un suport metalic, ca o coloană; s-ar putea spune că este un proiector — mai ales, după cele pe care le-am spus puțin mai înainte, dar un proiector cu o mulțime de lentile — unele vizibile ușor, altele deloc... Iar telescop sau lunetă... în nici un caz, sub această cupolă de beton, lipsită de orice deschidere spre cer. Acesta este proiectorul complex de planetariu sau, pe scurt, planetariul, ca aparat.

Priviți fotografia din figura 4. Pe o coloană cilindrică din oțel e așezată o mică platformă circulară.

Iar pe această platformă, sprijinindu-se pe suporturi subțiri tot din oțel, un fel de ax lung, purtând un întreg sistem mecanic de roți dințate, piste de contacte electrice, mici proiectoare... Iar la ambele capete ale acestui ax, câte un glob sferic, purtător fiecare al mai multor „ochi” — de fapt, alte proiectoare.

În sală domnește o lumină plăcută, nu prea puternică, alb-albastră, ce vine de la becurile situate pe platforma circulară a aparatului. Mai avem puțin timp până la începerea spectacolului, așa că putem examina în voie curiosul proiector.

Nu ajungem totuși să vedem mare lucru, că un îndrumător de specialitate al planetariului — unitate culturală! — începe să vorbească:

„Stimați spectatori, fiți bine veniți la planetariul nostru. Sintem, după cum știți, în ziua de (și menționează data), la ora începerii spectacolului nostru de azi, adică (să zicem) ora 11 și 15 minute. La această oră, Soarele se află nu departe de linia de amiază, adică direcția nord-sud, în acest loc”.

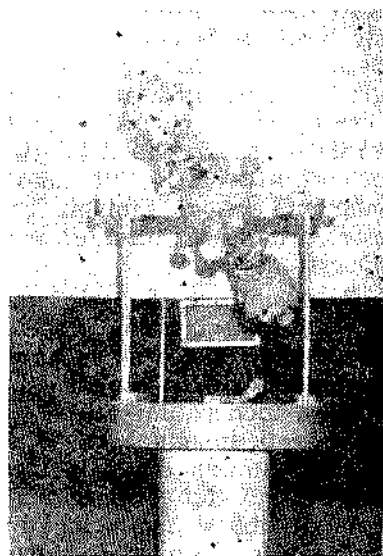


Fig. 4. Proiectorul planetariului din Bacău

Pe dată, folosind un fel de mică lanternă, demonstratorul proiectează pe cupola-plafon o mică săgeată luminoasă, pe care o îndreaptă spre o imagine : o pată albă, strălucitoare, perfect circulară și care apare — curios — la fel de mare ca Soarele văzut printr-un vâl de ceață sau printr-o sticlă de culoare închisă. Și, într-adevăr, după cum aflăm pe moment, această imagine reprezintă Soarele : ea este formată de unul dintre micile proiectoare ale aparatului.

Pe nesimțite, „Soarele” din planetariu începe să se miște pe cupolă, acest „cer” al planetariului. Treptat, el începe să se apropie de linia „orizontului”, adică limita dintre cupola albă și peretele de culoare închisă. Iar atunci când astrul zilei — sau, dacă vreți, imaginea lui — se apropie mai mult de orizont, lumina din sală începe să scadă, exact ca în realitate. Iată, Soarele a dispărut sub orizont ; lumina albă a făcut loc unei lumini albastre de inserare în timp ce în jurul locului unde a apus Soarele mai persistă o lumină slabă de orizont. Dar nu peste multă vreme și această iluminare tot mai palidă, acest crepuscul de seară cum îi spun astronomii, dispare, făcând loc întunericului profund al nopții...

Noapte ? Da, o veritabilă noapte. Parcă furați de spectacolul apusului de Soare, aproape că nici nu am remarcat faptul că pe bolta-plafon, devenită o veritabilă boltă cerească, treptat și-au făcut apariția mii și mii de stele. Și ce cer frumos ! Parcă niciodată nu am văzut mai multe stele laolaltă. Din întuneric, glasul demonstratorului ne explică imediat că este aspectul cerului înstelat în seara zilei respective, fiind reprezentate toate stelele vizibile

cu ochiul liber, atunci când cerul este foarte, foarte curat.

O dată cu explicațiile date de demonstrator, săgeata sa luminoasă aleargă pe „cer”. Iată stelele principale din Carul Mare — ei, da, așa le poți învăța înfinit mai ușor ! Acum putem să căutăm Steaua Polară — săgeata luminoasă ne arată precis cele două stele care închipuie roțile din urmă ale Carului Mare după care, la fel ca cele învățate la școală, ni se indică direcția prelungirii liniei celor două „roți” și cit anume, ajungând direct și ușor la Steaua Polară. Cît este de ușor astfel să recunoști stelele, indicate atât de exact prin intermediul săgeții ! (vezi fig. 1).

Între timp însă, iată, parcă tot cerul se rotește. Alte și alte stele își fac apariția spre orizontul răsăritean al acestui „cer”, în timp ce unele, aflate spre apus, coboară și dispar la orizontul apusean.

„Dar aceasta este mișcarea cerului, de la răsărit la apus !” gândim fără să vrem, fiecare dintre noi. „Mișcarea *aparentă* a cerului”, ne corectăm singuri, „cauzată de mișcarea reală de rotație a Pământului în jurul axei proprii, care se face în 24 de ore”. Și ideea ne este repede confirmată de spusele demonstratorului, care vorbește despre mișcările Pământului — despre rotația planetei noastre în jurul axei proprii și despre mișcarea de revoluție pe care Terra o execută, neobosită, în jurul Soarelui, de peste 4,5 miliarde de ani. În fond, ca unii ce venim pentru prima oară la planetariu, asistăm la spectacolul intitulat „Mișcările Pământului”... Și, precis, va trebui să mai venim cel puțin o dată : ne cam pune pe gânduri afirmația de adineaori a demonstratorului ; durata de rotație a planetei noastre în jurul axei proprii este de... 23 de ore, 56 de minute, 4

secunde și 9 sutimi de secundă ! Dar noi știam, încă de multă vreme, că această durată este de exact 24 de ore — de la o amiază pînă la cea următoare sau, mai corect, de la un miez de noapte pînă la următorul, cînd trec 24 de ore ; oare care este realitatea ?

Nedumerirea noastră, exprimată în timpul spectacolului (probabil cu o voce cam tare), primește imediat un răspuns din partea specialistului : „Veniți și la spectacolul intitulat «Timpul și măsurarea lui» și veți vedea că... ambele idei sînt adevărate, dar cu anumite condiții”.

Și spectacolul continuă. Rînd pe rînd, într-o măiestruasă defilare, stelele par să se miște împreună spre apus, pînă cînd spre răsărit apare o geană de lumină care crește treptat, cuprinzînd tot cerul. Este aurora sau, cum spun astronomii, crepusculul de dimineată. Și nu peste multă vreme, pe cerul de unde stelele au dispărut în bună parte, își face apariția și Soarele, cu care am făcut cunoștință mai înainte. Dar, curios : deși Soarele și-a făcut apariția pe cerul planetariului, și chiar dacă stelele cele mai palide nu se mai văd, celelalte nu au dispărut. Lămurirea ne vine de îndată : este vorba de unul dintre avantajele planetariului — acela de a proiecta, vizibil și simultan, atît Soarele, cît și stelele. În felul acesta ne putem da seama exact și la orice moment, de direcția în care se vede Soarele, de pe Pămînt, în raport cu stelele.

Lucrul acesta este deosebit de important. Pentru că, așa cum aflăm din explicații, ca urmare a mișcării de revoluție circumsolară a Pămîntului, în decursul unui an întreg, Soarele pare că se mișcă prin dreptul stelelor unei serii întregi de constelații, de la apus la răsărit, descriînd un cerc complet. Iată :

În puține minute vedem aici, în planetariu, cum se mișcă Soarele prin dreptul stelelor. De data aceasta, însă, nu ne mai lăsăm furați de aparențe — știm că este vorba de un efect al mișcării de revoluție, pe care planeta noastră o face în jurul Soarelui — motiv pentru care Soarele pare că traversează o serie de constelații.

Constelații ? Da, de ce nu ? Oare nu observăm întreaga boltă înstelată ce poate fi văzută de la noi din țară ? În acest mod, în afară de Ursa Mare și Ursa Mică, „explicate” încă imediat după ce s-a înnoptat — în planetariu ! — putem vedea și recunoaște toate celelalte constelații de la Orion și Cîinele Mare, la Hidra, Leul și Boarul sau, de la Cassiopeea și Perseu, la Scorpion, Săgetător sau Coroana Australă — atît de dificil de zărit și numai în parte, din țara noastră. Mai mult, în decursul spectacolului, sîntem purtați și pe alte tîneturi ale planetei noastre, de unde putem privi și stele, constelații ce nu se văd de pe meleagurile noastre : Crucea Sudului, Centaurul, Indianul, Tucanul...

Și vocea demonstratorului se face din nou auzită. Ni se atrage atenția că proiectorul realizează o imagine absolut conformă cu realitatea. Aceasta înseamnă că sînt proiectate, în total, imaginile a peste 5 000 de stele, adică toate stelele vizibile cu ochiul liber, de pe întreg Pămîntul. Mai mult, atît pozițiile stelelor, cît și strălucirile acestora corespund întru totul celor din realitate. Aceasta înseamnă că nu este nici o deosebire între cerul real și cel realizat în planetariu. Deci, cine învață constelațiile în planetariu, nu va întîmpina nici o dificultate în recunoașterea stelelor pe cerul înstelat din realitate. Iată deci un alt mare avantaj al

planetariului, care a fost utilizat ca atare și în programele de pregătire a astronautilor ! La aceasta vom adăuga și faptul că, numai în câteva minute, poate fi realizat aspectul cerului înstelat, așa cum poate fi el observat de la un pol sau altul, de la ecuator sau de la oricare altă latitudine de pe globul terestru. Și la acestea voi mai adăuga încă ceva. Anume, să presupunem că unul dintre voi ați reușit să învățați iarna (de exemplu, prin ianuarie), constelațiile vizibile în acest anotimp ; acum — tot în ianuarie — ați vrea să învățați constelațiile care se văd la ore convenabile, vara — în Iulie.

Pe cerul real, așa ceva este imposibil : Soarele maschează, prin lumina lui, tocmai constelațiile căutate de voi. Dar la planetariu ?

Aici lucrurile stau cu totul altfel, din două motive și anume : 1) putem observa constelațiile unei perioade oarecare, chiar dacă Soarele se află în imediata lor vecinătate — chiar puțin mai înainte am văzut acest lucru ; 2) proiectorul de planetariu ne permite realizarea aspectului cerului la orice dată și oră din an, potrivit condițiilor pe care le stabilim noi. Astfel, planetariul ne dă posibilitatea observării aspectului cerului înstelat la orice oră și în orice zi a anului, în oricare punct de pe globul terestru, de la polul boreal la cel austral, fără nici un fel de dificultăți. Dar cum ?

Dragii mei, aici poate cineva s-ar simți îndemnat să scrie o poveste. O poveste reală, avînd ca subiect una dintre nenumăratele realizări ale geniului creator al omului, care astăzi scrutează adîncurile nucleului atomic, avîntîndu-se în același timp în spațiile infinite ale Cosmosului. Eu nu prea am talent de povestitor, așa că am să încerc să vă spun cum cum a fost realizat planetariul și, în particular, cum

reușește acest aparat atît de ingenios să ne arate atîtea și atîtea lucruri.

Prin anii 1920—1922 un inginer al uzinelor Carl Zeiss Jena (R. D. Germană astăzi) și-a pus problema : oare nu se poate realiza un „cer înstelat“ artificial ? Și mai mult : nu se poate construi un sistem complex de proiectoare și de mecanisme care să redea, în intervale de timp scurte sau chiar foarte scurte, ceea ce putem observa noi pe cer în zilele luni, ani și chiar secole ? Era ideea planetariului și după multe eforturi, în anul 1926, la un mare muzeu al tehnicii din orașul german München, era inaugurat primul planetariu din lume.

Succesul noului aparat a fost imens : să vezi cerul înstelat — măcar și numai atît — în plină zi, indiferent dacă cerul este senin sau nu, dacă plouă sau ningea ? Așa se explică faptul că, în următorii ani, multe alte orașe germane au comandat și s-au dotat cu planetarii ; mai mult, deși pare curios, orașul de origine al planetariului nu a fost decît cel de al VI-lea oraș care a dobîndit un planetariu ! Uzinelor „Carl Zeiss“ au respectat prioritățile de comandă realizîndu-l pe al orașului lor... în ordinea comenzilor.

Treptat, acest minunat ansamblu optico-mecanic a fost perfecționat, făcut tot mai complex și mai precis. În același timp, planetariul — înțeles ca instituție de cultură — a cîpătat o arie mondială de răspîndire : astăzi el poate fi întîlnit la Berlin și la Tokio, la Moscova și New York, la Delhi și Praga..., în diferite proporții — de la sala de 3 de locuri și cu diametrul de 4—5 metri, la sala de 600 de locuri acoperită de o cupolă cu diametru de 26 de metri.

Primele planetarii publice din țara noastră au fost realizate, cu proiectoare ZEISS, la Baia Mare și Constanța, în anii 1968—1969. Ele sînt asociate și cu observatoare astronomice și alte instalații — de unde și numele lor consacrat, de complexe astronomice. Celelalte două planetarii existente astăzi în țara noastră — mă refer la planetarii publice — au fost inaugurate în anii 1982, respectiv 1984, la Suceava, respectiv la Bacău. În afară de renumele de a adăposti cea mai mare expoziție astronomică din țară, planetariul de la Bacău se bucură și de o caracteristică aproape unică în lume : sala sa de spectacole a fost construită în fostul bazi — al unui mare castel de apă ! În locul celor 550 de tone de apă care se găseau aici și serveau la alimentarea cu acest prețios lichid a orașului între anii 1911 și 1956/57, marele bazin, cu diametrul său de 12 m și înălțimea de peste 8 metri, cuprinde astăzi o elegantă sală de spectacole. Și nu este de mirare că, prin ceea ce cuprinde, planetariul băcăuan și-a cîș-

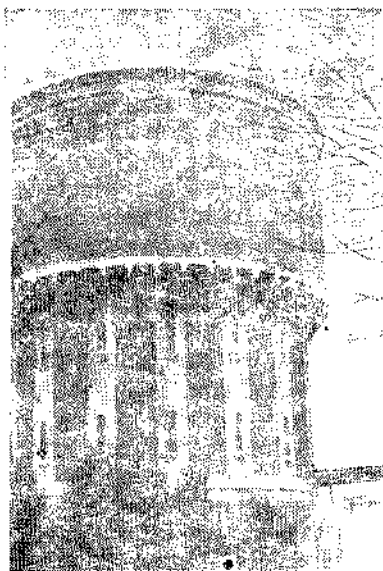


Fig. 5. Clădirea planetariului din Bacău

tigat repede simpatia, nu numai a localnicilor, dar și a multor vizitatori din afara județului (fig. 5).

Hei, pînă aici, toate bune. Planetariul — un aparat complex de proiecție. Cum realizează imaginile Soarelui, cele ale planetelor vizibile cu ochiul liber — Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn — respectiv imaginea Lunii, nu este greu de închipuit. Orice mic proiector, înzestrat cu un dispozitiv adecvat, poate face acest lucru ; dar cum facem cu stelele ?

Aici a fost, de la bun început, problema cea mai complicată. Ea a fost însă rezolvată într-un mod pe cît de elegant, pe atît — să zicem — de simplu.

În loc să se conceapă sfera imaginată a cerului ca o suprafață continuă, curbă, inginerii realizatori au presupus-o ca fiind alcătuită dintr-o serie de mici suprafețe plane. Acest lucru a permis realizarea unui fel de *diapositive*, pe care figurează imaginile tuturor stelelor vizibile cu ochiul liber, într-o anumită zonă a cerului. Or, dacă pentru toate zonele cerului înstelat se realizează astfel de — să zicem — diapositive și ele sînt proiectate simultan, fără să se permită apariția liniilor de separare dintre diapositive, înseamnă că pe ecranul hemisferic, concentric cu complexul de proiectoare (cîte unul pentru fiecare diativ), vom obține imaginea cerului înstelat.

Să nu vă închipuiți cumva că realizarea acestor diapositive este chiar alît de ușoară. Este adevărat că se pornește de la fotografierea sistematică a cerului — dar, pe de-o parte, aceste fotografii cuprind numai stelele vizibile cu ochiul liber ; pe de altă parte ele se referă la *toate* stelele vizibile de pe întreg Pămîntul, zonă cu zonă de cer înstelat și nu

numai cele care se văd de la noi, din Germania sau altă țară. Mai mult, fotografiile cuprinzând câte o anumită zonă sînt realizate la una și aceeași scară pentru ca, la proiecția pe „cerul” planetariului, ele să corespundă exact realității.

Chiar și cele spuse pînă acum ar fi suficiente, poate, spre a vă da o idee despre complicația aparatului. Dar... de aici începe, cu adevărat, greul realizării; iată și de ce :

Aparatul trebuie să furnizeze imaginea întregului cer instelat — ceea ce nu se poate realiza decît cu un ansamblu de proiectoare. De aceea, pentru fiecare emisferă cerească — nord, respectiv sud — este prevăzut câte un grup de nu mai puțin de 16 mici aparate de proiecție. Fiecare furnizează imaginea unei anumite zone a cerului instelat; iar limitele acestor imagini sînt făcute complet invizibile — aspectul general prezentînd o remarcabilă continuitate și unitate.

Cu aceasta ajungem — sau mai bine-zis — revenim la imagini. Am spus mai înainte că este vorba de stelele care se văd cu ochiul liber, adică aproximativ 5 000 de stele. Imaginile lor, realizate pe o peliculă specială, apar sub forma unor mici pete perfect circulare, transparente pe un fond negru (negru-negru !) și care au diametre diferite, dar bine precizate. Aceste diametre depind de strălucirea stelei în cauză : cu cît aceasta este mai mare, și diametrul petei este mai mare. Astfel, lumina provenită de la un bec plasat exact în centrul sferei purtătoare de proiectoare (iată o astfel de sferă în fig. 6), trecînd prin aceste pete transparente, va forma pe „cerul” planetariului imaginile stelelor — bineînțeles, cu ajutorul unor grupuri de lentile care constituie obiectivele proiectoarelor.

Lăsate libere, aceste mici bucăți de peliculă s-ar deteriora rapid, în ciuda calității lor, ca urmare a puternicei iluminări și încălziri de la becul de proiecție. De aceea, ele sînt puse între lame de sticlă specială, de mare rezistență, ceea ce le conferă o mare stabilitate în timp — de zeci și zeci de ani, iată deci cerul instelat, așa cum se vede el dintr-un loc oarecare de pe Pămînt, realizat prin intermediul a numai 32 de proiectoare. Și nu pot să nu adaug la acestea și faptul că imaginile stelelor nu ajung niciodată să fie proiectate sub orizontul sălii de spectacole : un sistem mecanic special face ca, pe măsură ce imaginile se apropie de orizont, ele să slăbească treptat — exact ca în realitate — și să dispară la orizont — sau chiar puțin deasupra acestuia, în cazul stelelor mai palide.

Nu cu mult mai simple sînt lucrurile în ce privește imaginile planetelor, respectiv cea a Lunii. Este adevărat că și aici avem de-a face tot cu diapositive, chiar mai simple decît în cazul celor cu

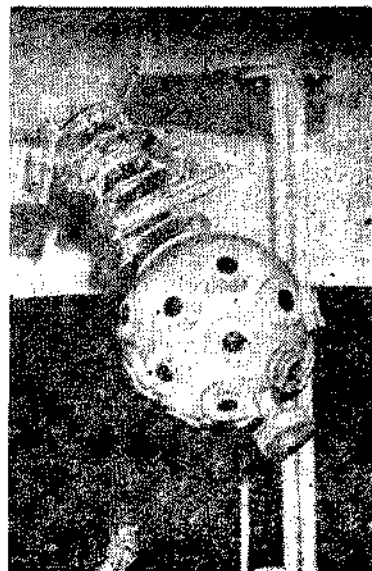


Fig. 6. Sferă cu proiectoare de stele și planete

stele (unde un singur diapozitiv poate purta imaginile a 150 pînă la 200 de stele sau chiar mai multe). Dar și în acest caz este realizată o scală bine definită de străluciri, fără ca să mai pun la socoteală faptul că planetele Jupiter și Saturn sînt reprezentate așa cum s-ar putea vedea prin lunete. Cît privește Luna, reprezentarea acesteia cuprindînd o complicație mecanică destul de... sofisticată: aceasta este menită să permită formarea *automată* (la proiectoarele construite în ultimii ani) a fazelor Lunii, în timp ce ea își schimbă poziția pe cer — de fapt, în raport cu Soarele și Pămîntul.

Acum, cã tot ne-am amestecat puțin în tehnica specifică proiectoarelor de planetariu, am putea — ce ziceți? — să o luăm ceva mai sistematic.

Astfel, după cum ați văzut mai înainte, cele două sfere principale poartă totalul de 32 de proiectoare destinate stelelor. Urmează acum proiectoarele de Soare, Lună și planete — numai cele vizibile cu ochiul liber, adică: Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn. Aceste proiectoare sînt plasate între cele două sfere — să le spunem, stelare — în poziții precis reglate la montarea proiecteurului. Iar după acestea, mai găsim un grup de proiectoare separate: cele pentru Calea Lactee, ca și cele destinate realizării pe cerul de beton a unor linii imaginare de astronomi — ecuatorul ceresc, meridianul sau linia care trece prin punctele nord și sud de pe orizont și prin punctul situat exact deasupra capului, adică zenitul, „cercul orar”, „cercul vertical” etc. Nu vă faceți griji, vom avea ocazia să vorbim și despre ele: veți vedea ce importante sînt în descifrarea alfabetului minunat al cerului în telat...

Am uitat să vă spun pînă acum, ceva deosebit de important. Anume, planetariul redă numai aspectele și fenomenele cosmice *vizibile cu ochiul liber*. Astfel, nu veți vedea la planetariu — decît în condiții cu totul speciale — de exemplu, fenomenele caracteristice celor 4 sateliți mari ai planetei Jupiter sau schimbările fazelor planetei Venus — ca să nu dau decît aceste două exemple. De altfel există astăzi proiectoare de planetariu care realizează și imaginile pe care le-ar vedea cineva ajuns pe Lună sau de la bordul unei nave-satelit al Pămîntului. Noi vorbim însă de proiector ca instrument de descifrare a marilor adevăruri despre universul astral: cele pe care le-am spus, mai înainte sînt mai mult imagini de film, de călătorii cosmice — or noi de-abia învățăm ce este universul astral...

În aceste condiții, nu vă veți mira dacă vă voi spune că tot în categoria fenomenelor intră mișcarea cotidiană a cerului de la răsărit spre apus, deplasarea Soarelui, Lunii și planetelor prin dreptul stelelor, schimbarea lentă a „Stelei Polare... De aici necesitatea ca proiectoarele să fie mișcate în anumite moduri; de asemenea, unele dintre aceste mișcări sînt intercorelate, ca urmare a faptului că ele reprezintă combinații, efecte de combinații ale unor mișcări distincte. De aceea, pe lângă proiectoare, la un astfel de aparat găsim și o serie de dispozitive mecanice de mare precizie — roți dințate, pîrghii etc. — ale căror mișcări sînt date de motoare electrice. De exemplu, proiectoarele de la Bacău și Suceava sînt înzestrate cu cîte 5 motoare care, utilizate în mod corespunzător, dau posibilitatea realizării unor proiectii adecvate unei

game întregi de spectacole — deși proiectorul este unul și același...

Mecanisme, proiectoare, spectacole... Dar, în fond, acest ansamblu mecanic și optic, cunoscut sub numele de proiector de planetariu, realizează numai jocuri de lumini și umbre, mișcări de efect spectacular?

Nu, nicidecum. Un proiector de planetariu este și un puternic instrument explicativ pentru numeroase fenomene, pe care le observăm în lumea astrilor. Acesta este motivul principal pentru care vă propun ca acum să ne oprim puțin și asupra amănunțelor privitoare la capacitățile explicative ale proiectoarelor de planetariu sau — dacă vreți — asupra spectacolelor pe care le poate oferi această creație a oamenilor.

CÎTE MIȘCĂRI ARE PĂMÎNTUL ?

Parcă vă aud : „două“ ! O mișcare de rotație în jurul unei axe proprii, care trece prin cei doi poli geografici, nord și sud, și o mișcare de revoluție în jurul Soarelui.

Dragii mei, sînt și... nu sînt de acord cu voi. Sînt de acord cu faptul că la școală ați învățat cîte ceva despre două *dintre* mișcările Pămîntului. Altfel spus, nu sînt de acord cu afirmația că planeta pe care

o locuim are *numai* două mișcări. Drept care, folosind direct planetariul, vom vedea cîte mișcări are Pămîntul și cum se fac ele.

...Pe cerul planetariului, Soarele se mișcă încet, de la răsărit spre apus. Acum coboară spre orizont, îl atinge și dispare sub el, lăsînd în urmă o zare de lumină care, treptat, dispare și ea. A apus Soarele, a început noaptea. Stelele se văd cu miile parcă, pe cer ; dar și ele urmează o cale asemănătoare Soarelui, de la răsărit spre apus. Cu o diferență : unele, într-adevăr, dispar sub orizontul apusean — dar altele doar se apropie de orizont și, fără să-l atingă, dinspre partea nordică a acestuia, încep să se ridice din nou pe cer.

— „Sînt stelele circumpolare“, se aude vocea demonstratorului, „adică acele stele care, fiind suficient de apropiate unghiular de polul ceresc — nord pentru emisfera nordică a planetei noastre — nu ajung să coboare sub orizont în mișcarea lor aparentă în jurul polului de pe cer, adică, pentru noi, în jurul Stelei Polare“.

Bun ! Deci, pentru un loc oarecare de pe Pămînt, stelele pot fi împărțite în două categorii : cele care *răsar* și *apun*, respectiv cele care rămîn în permanență deasupra orizontului. Mai adăugați, vă rog, și o a treia categorie : aceea a stelelor care, pentru locul respectiv, *nu răsar*, adică rămîn continuu sub orizont. Și, la solicitarea noastră, ni se dau cîteva exemple, pentru fiecare categorie. Astfel, Ursa Mare (Carul Mare), Ursa Mică (Carul Mic), Cassiopeea, Perseu, Dragonul ș.a. sînt constelații circumpolare nordice, permanent vizibile pentru țările situate la latitudini mai mari de 35° — 40° . Cu atît mai mult Steaua Polară, fiind situată în direcția polului ceresc nord, rămîne permanent deasupra orizontului,

game întregi de spectacole — deși proiectorul este unul și același...

Mecanisme, proiectoare, spectacole... Dar, în fond, acest ansamblu mecanic și optic, cunoscut sub numele de proiector de planetariu, realizează numai jocuri de lumini și umbre, mișcări de efect spectacular?

Nu, nicidecum. Un proiector de planetariu este și un puternic instrument explicativ pentru numeroase fenomene, pe care le observăm în lumea astrilor. Acesta este motivul principal pentru care vă propun ca acum să ne oprim puțin și asupra amănunțelor privitoare la capacitățile explicative ale proiectoarelor de planetariu sau — dacă vreți — asupra spectacolelor pe care le poate oferi această creație a oamenilor.

CÎTE MIȘCĂRI ARE PĂMÎNTUL ?

Parcă vă aud : „două“ ! O mișcare de rotație în jurul unei axe proprii, care trece prin cei doi poli geografici, nord și sud, și o mișcare de revoluție în jurul Soarelui.

Dragii mei, sînt și... nu sînt de acord cu voi. Sînt de acord cu faptul că la școală ați învățat cîte ceva despre două *dintre* mișcările Pămîntului. Altfel spus, nu sînt de acord cu afirmația că planeta pe care

o locuim are *numai* două mișcări. Drept care, folosind direct planetariul, vom vedea cîte mișcări are Pămîntul și cum se fac ele.

...Pe cerul planetariului, Soarele se mișcă încet, de la răsărit spre apus. Acum coboară spre orizont, îl atinge și dispare sub el, lăsînd în urmă o zare de lumină care, treptat, dispare și ea. A apus Soarele, a început noaptea. Stelele se văd cu miile parcă, pe cer ; dar și ele urmează o cale asemănătoare Soarelui, de la răsărit spre apus. Cu o diferență : unele, într-adevăr, dispar sub orizontul apusean — dar altele doar se apropie de orizont și, fără să-l atingă, dinspre partea nordică a acestuia, încep să se ridice din nou pe cer.

— „Sînt stelele circumpolare“, se aude vocea demonstratorului, „adică acele stele care, fiind suficient de apropiate unghiular de polul ceresc — nord pentru emisfera nordică a planetei noastre — nu ajung să coboare sub orizont în mișcarea lor aparentă în jurul polului de pe cer, adică, pentru noi, în jurul Stelei Polare“.

Bun ! Deci, pentru un loc oarecare de pe Pămînt, stelele pot fi împărțite în două categorii : cele care *răsar* și *apun*, respectiv cele care rămîn în permanență deasupra orizontului. Mai adăugați, vă rog, și o a treia categorie : aceea a stelelor care, pentru locul respectiv, *nu răsar*, adică rămîn continuu sub orizont. Și, la solicitarea noastră, ni se dau cîteva exemple, pentru fiecare categorie. Astfel, Ursa Mare (Carul Mare), Ursa Mică (Carul Mic), Cassiopeea, Perseu, Dragonul ș.a. sînt constelații circumpolare nordice, permanent vizibile pentru țările situate la latitudini mai mari de 35° — 40° . Cu atît mai mult Steaua Polară, fiind situată în direcția polului ceresc nord, rămîne permanent deasupra orizontului,

cu Soarele. Iar în ce mă privește, am spus doar *durata de rotație* a planetei noastre — înțelegând măsurarea ei în raport cu un reper foarte îndepărtat, adică stelele; atunci?

Atunci, până vom vedea efectiv pe cerul planetariului cum stau lucrurile, priviți cu atenție figura 8. Am reprezentat planeta noastră în două locuri pe orbita pe care o parcurge în jurul Soarelui. În fond, în timp ce se rotește în jurul axei proprii, Pământul se mișcă și în jurul Soarelui, cu o viteză mijlocie de aproape 30 km pe fiecare secundă. De aceea, dacă în prima poziție (A) Soarele se vede exact pe aceeași direcție cu o stea — să zicem, atunci când ambii aștri se află în dreptul meridianului — în ziua următoare, când steaua ajunge din nou la meridian (Pământul fiind acum în punctul B), înseamnă că Pământul s-a rotit cu exact 360° în jurul axei proprii, adică a efectuat o rotație completă. Dar Soarele se vede acum puțin mai spre est față de meridian — sau de steaua luată ca reper — astfel că rotația completă în raport cu Soarele este mai mare de 360° și anume, cu unghiul necesar rotației planetei noastre, pentru ca Soarele să ajungă și el în dreptul meridianului.

Acum fiți foarte atenți. Demonstratorul spunea că durata dintre două reveniri consecutive ale Soarelui la meridian este împărțită în 24 de ore. Astfel, dacă steaua-reper ajunge la meridian înaintea Soarelui, rezultă că durata între două reveniri ale stelei la meridian este mai mică de 24 de ore solare: ea este de... 23 de ore, 56 minute, 4 secunde și 9 sutimi de secundă! Iată explicația acelei aparente discordanțe dintre spusele demonstratorului și cele ale celui care scrie aceste rânduri. Și ca să fiu complet, vă voi spune că durata rotației siderale — adică

în raport cu stelele — a Pământului este de $23^h 56^m 04^s, 09$ în timp ce durata rotației solare (mijlocii, că și aceasta are niște variații) este de 24 de ore. Iar dacă durata rotației *siderale* o împărțim în 24 de intervale, obținem ora *siderală*; aceasta este mai scurtă cu 9,9 sec. decât ora solară mijlocie, adică cele 3 min. și 56 sec. ($24^h - 23^h 56^m 04^s$), împărțite la 24.

Iată-ne ajunși la o precisă definiție a rotației Pământului. Veți ști acum ce înțelegem atât prin rotația terestră efectivă (cea siderală!), cât și prin rotația terestră „solară”; de aceasta din urmă ne servim în

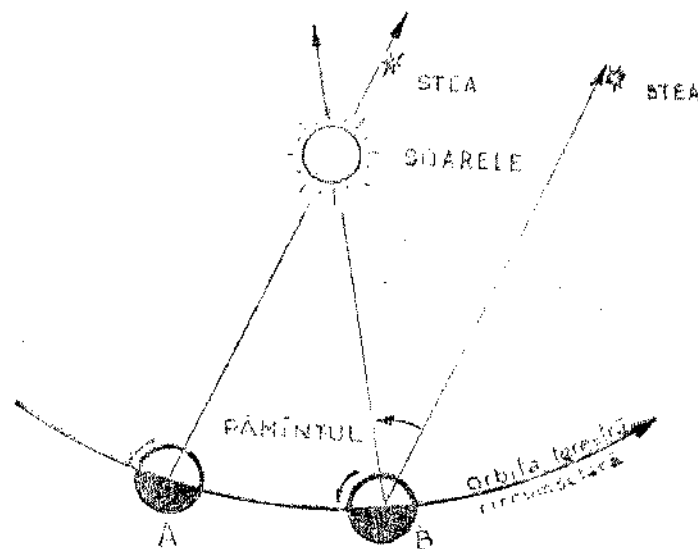


Fig. 8. Explicația diferenței între ziua siderală și ziua solară

activitatea cotidiană, pe aceasta o măsoară ceasurile noastre. Dar în orice observator astronomic veți găsi, în afară de ceasurile obișnuite care dau *ora solară mijlocie* (ia te uită ce nume are ora noastră atât de banală !), și ceasuri care dau *ora siderală*, măsurată în funcție de un reper stelar bine definit. Această oră este curent utilizată în observații. Dar oricât ar părea de curios, determinarea orei solare mijlocii se face prin determinarea, mai întâi, prin observații, a orei siderale. Mai precis, prin observații executate asupra unor stele-reper cu ajutorul lunetelor meridiene — lunete care nu se pot dirija decât în sus și în jos, numai în planul meridian — se determină ora siderală ; iar de aici, prin calcul, se obține ora solară mijlocie.

Poate vi se va părea că rotația Pământului pune destule probleme ; dar nu mă pot opri să nu vă spun că acest fenomen natural, considerat timp de secole ca perfect, ...nu este prea exact ! Cercetarea a dovedit faptul că rotația terestră suferă destule variații în timp — unele cu caracter periodic, adică accelerări și încetiniri care apar în perioade bine definite — iar altele, cu caracter brusc, accidental. Ca exemple, vă pot da, pentru prima categorie, frinarea lentă a rotației terestre, provocată de marea oceanice, cauzate, la rândul lor, de atracția Lunii. Iar pentru cea de a doua categorie, se poate vorbi de veritabilele salturi care au loc în urma unor erupții ...solare mai puternice (în fond, nu Soarele este motorul marilor fenomene terestre ?). Cum măsurăm aceste variații ? Cu ajutorul ceasurilor moderne — mai exact, cu ajutorul orologiilor atomice, care sînt cu mult mai precise decât orologiul... Terra. Astăzi au fost construite astfel de orologii,

care au variații mai mici de o secundă la 100 000 de ani...

Să lăsăm însă de-o parte problemele legate de rotația Pământului și să ne ocupăm — nu prea mult — de cea de a doua mișcare a planetei noastre : mișcarea de revoluție în jurul Soarelui. Ca să nu ne complicăm prea mult, vom spune de la bun început că anul sideral — adică durata în care Pământul descrie exact 360° în jurul Soarelui — cuprinde 365 zile, 6 ore, 9 minute și 10 secunde. În practică însă, se consideră — cum e și normal — durata de timp cursă între două treceri consecutive ale Pământului printr-un punct bine definit, *în raport cu Soarele*. Acest interval de timp este așa-numitul *an tropic* : el este egal cu timpul ce trece între două începuturi consecutive ale primăverii astronomice, adică 365 de zile, 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde. Deci de aici apare și acea problemă bine cunoscută, a anilor bisecți. Anume, anul civil, adică cel utilizat în practică, nu poate cuprinde decât un număr întreg de zile ; deci, dacă socotim anul de 365 de zile, în fiecare an „o luăm înaintea Pământului“ cu cîte 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde, adică rotund, cu cîte 6 ore. Atunci, socotim trei ani consecutivi de cîte 365 de zile, iar cel de-al patrulea — de 366 de zile ; ziua suplimentară se adaugă la luna cea mai scurtă, februarie, care va avea, astfel, 29 de zile. (Cineva spune : ce bine de cei născuți la 29 februarie ! Trebuie să ofere prietenilor prăjituri și bomboane numai o dată la 4 ani. Da, dar și cadourile vin tot cîte o dată la... patru ani !)

Procedînd în acest mod, rămînem în urma planetei noastre cu cîte 44 de minute și 56 secunde pe un ciclu de 4 ani sau, pe un secol, cu cca 18 ore

și 43 de minute. Și această diferență se corectează, socotind ca ani bisecți numai acei ani de sfârșit de secol, al căror număr se divide exact cu 4 : 1600, 2000, 2400... Și nu vor fi ani bisecți 1900, 2100, 2200... Dacă veți face un calcul riguros, veți găsi că și așa apare o diferență — dar, la 400 de ani, aceasta nu este mai mare de ...3 ore. Cert este însă faptul că actualul calendar este foarte corect, în limitele necesităților sociale, corelate cu mișcarea planetei noastre, cu mult mai corect decât ceea ce se numește „stilul vechi”, aflat în urmă, acum, cu cca 13 zile față de calendarul corect — cel universal utilizat.

V-am promis că nu ne vom opri prea mult asupra mișcării de revoluție a Pământului și vreau să mă țin de promisiune. Așa că, să urmărim în planetariu mișcarea Soarelui prin dreptul stelelor — consecința directă a mișcării Pământului în jurul Soarelui. Demonstratorul a plasat Soarele în punctul echinoxial de primăvară, adică, practic, la începutul constelației Peștilor. Este momentul în care începe primăvara astronomică și în care ziua este egală cu noaptea, pe tot Pământul.

Și iată : la o comandă dată proiecteurului, Soarele începe să se miște prin dreptul stelelor, de zeci și sute de ori mai repede decât în realitate. Treptat, el trece prin dreptul diferitelor constelații, în ordine : Peștii, Berbecul, Taurul, Gemenii, Racul, Leul, Fecioara, Balanța, Scorpionul, Ofiuc, Săgetătorul, Capricornul și Vărsătorul.

Precis, mulți vă veți uita puțin mirați. În primul rând, unii dintre voi știți că începutul primăverii coincide cu intrarea Soarelui în dreptul constelației Berbecului ; iar în al doilea rând, de unde a mai răsărit și constelația asta — Ofiuc ?

Nu mă îndoiesc de faptul că așa știți, destui dintre voi. Numai că cele știute le-ați aflat din auzite de la alții, care la rândul lor le-au aflat de la bunici. E vorba, dragii mei nedumeriți, de cunoștințe rămase din trecut — și chiar dintr-un trecut în care nu puțini erau aceia care credeau că Soarele, Luna, planetele, constelațiile sînt factorii determinanți ai viitorului fiecăruia ; într-un cuvînt, este vorba de credințe aparținînd unei false științe — astrologia.

Într-un trecut foarte îndepărtat, cînd oamenii nu cunoșteau explicațiile diferitelor fenomene cosmice, a apărut această credință complet eronată, potrivit căreia existența fiecărui om ar fi determinată de pozițiile pe cer ale diferiților aștri și constelații. În pofida rezultatelor științei, astfel de credințe naive s-au menținut : chiar și acum mai sînt unii care le dau crezare.

În urmă cu vreo două mii de ani, într-adevăr momentul începutului primăverii astronomice coincidea cu intrarea Soarelui în dreptul constelației Berbecul — constelație *zodiacală*. Acum însă, din cauza celei de a treia mișcări a planetei noastre, punctul echinoxial de primăvară a ajuns, printr-o mișcare lentă și continuă, în dreptul capătului vestic al constelației Peștilor. Peste alți 2000 de ani, el va ajunge la începutul constelației Vărsătorul și așa mai departe. În circa 26000 de ani, acest punct trece prin toate constelațiile zodiacale, făcînd parcă ocolul cerului.

Știu, vreți să aflați foarte exact ce este cu aceste constelații zodiacale. Acestea sînt cele 12+1 constelații, prin dreptul cărora pare că trec, văzute de pe Pământ, Soarele, Luna și planetele principale. Iar numele de constelații *zodiacale* vine de la cuvîntul grecesc *zodion*, care înseamnă animal : ma-

ritatea acestor constelații au nume de animale — Berbecul, Taurul, Racul, Leul etc.

În mod cu totul intenționat am scris „12 + 1” constelații. Dacă în trecut se considera că Soarele parcurge în fiecare lună câte o constelație zodiacală — deci 12 „zodii” sau întregul zodiac în cele 12 luni ale anului, prin delimitarea precisă a constelațiilor, stabilită de Uniunea Astronomică Internațională, regula a fost stricată. Într-adevăr, Soarele trece în numai circa 6 zile prin constelația Scorpionul — prin extremitatea nordică a acesteia. După aceea însă, înainte de a intra în dreptul Săgetătorului, astrul zilei traversează zona sudică a constelației Ofiuc (Vânătorul de șerpi). Figura 9 vă arată tocmai acest

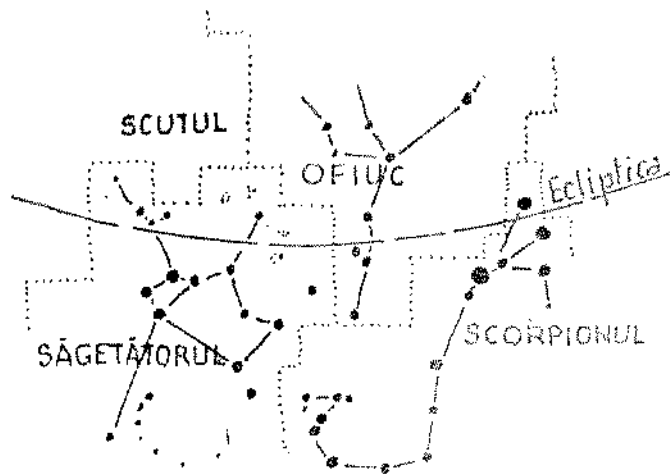


Fig. 9. Scorpionul, Ofiuc, Săgetătorul și ecliptica

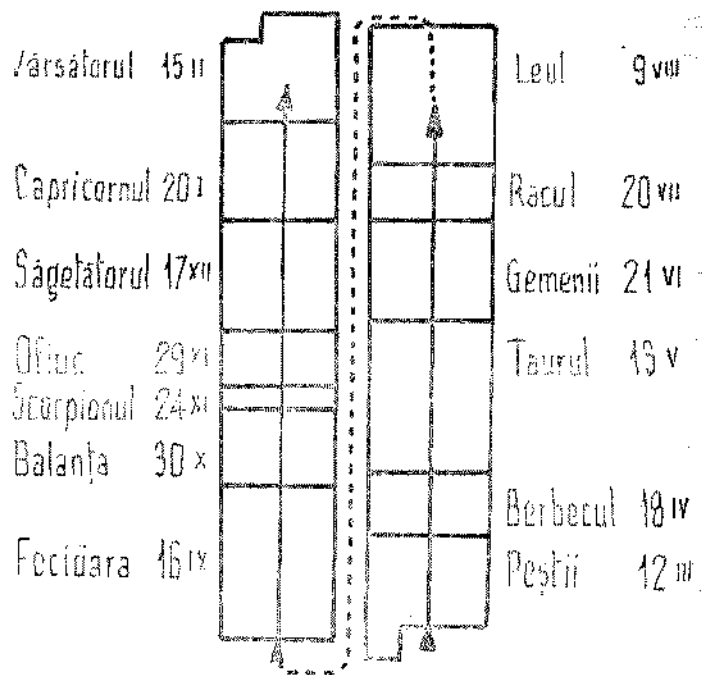


Fig. 10. Schema zodiacului

lucru. Iar în figura 10 veți vedea, schematic, tot zodiacul cu limitele constelațiilor sale, așa cum sint ele precis stabilite de către forurile științifice mondiale.

Iată, deci, descrisă cea de a treia mișcare a planetei pe care o locuim. Numele ei, *precesia echinoxurilor*, vine tocmai de la mișcarea punctelor echi-

noxiiale — de primăvară și, respectiv, de toamnă — care parcă ies în întâmpinarea Soarelui. Acesta pare a se mișca prin dreptul stelelor, de la apus spre răsărit, în timp ce punctele echinoxiale se mișcă de la răsărit spre apus.

Și încă ceva: chiar dacă mă veți acuza că am început de la sfârșit, de-abia acum am să vă spun care este, în fond, esența acestei mișcări.

Sînt convins de faptul că știți că axa de rotație a Pămîntului este înclinată față de planul orbitei urmate de planeta noastră, în jurul Soarelui. Față de o perpendiculară pe acest plan, valoarea acestei înclinări este de $23^{\circ}27'$.

În timp de aproape 26 000 de ani — mai precis, în 25 770 de ani — axa de rotație a planetei noastre descrie în spațiu un con gigantic, așa cum se vede în figura 11. Aceasta este esența mișcării de precesie a echinoxurilor — cele spuse cu privire la „plimbarea” punctelor echinoxiale reprezentînd o consecință a mișcării descrise acum. Dar mai există și o a doua consecință: aceea a schimbării stelei care joacă, un timp, rolul de Stea Polară. Dacă acum, de exemplu, acest rol revine stelei principale din constelația Ursa Mică, în urmă cu 5 000 de ani, drept Stea Polară era o stea din constelația Dragonul. Iar în ce privește viitorul, prin anii 12000 (!), steaua Deneb din constelația Lebedă va fi „Stea Polară”; treptat, ea se va depărta parcă de polul ceresc nord — de acest punct matematic pîrînd a se apropia steaua Vega din constelația Lira, care va deveni astfel, tot pentru un timp, „Steaua Polară” pentru emisfera nordică a Pămîntului...

Iată deci, cea de a treia mișcare a Pămîntului. La ea trebuie însă să adăugați pe cea de a patra: peste

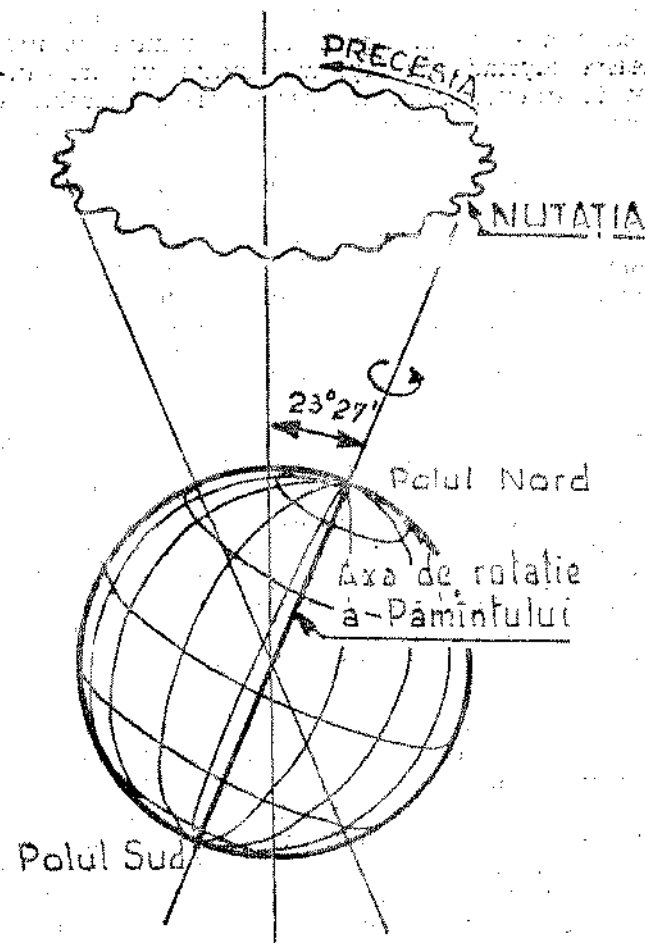


Fig. 11. Pămîntul, cu precesia și nutația

precesie, se suprapune o mică oscilație — așa cum puteți vedea tot în figura 11 — numită *nutație*. Aceasta cuprinde de fapt mai multe mișcări cauzate de atracția Lunii, în special, cea a Soarelui, a planetelor mai apropiate. Perioada principală a nutației nu este atât de îndelungată ca aceea a precesiei — durata unei oscilații complete fiind de numai 18 ani și vreo 7 luni. Și spun „vreo” 7 luni, pentru că durata exactă se calculează printr-o expresie matematică ce cuprinde... 109 termeni! Cum valorile acestora sînt mereu altele, este evident că nu se poate vorbi de o perioadă fixă, ci ușor variabilă. Ceea ce ne interesează însă din cele spuse acum, este faptul că am vorbit de o a patra mișcare a Pămîntului.

Să stăm puțin și să ne gîndim. Pînă la nutație, inclusiv, am vorbit de mișcări exclusive ale Pămîntului, pe care le regăsim și la alte planete; la acestea am putea adăuga o mișcare a polilor, cu o periodicitate de cca 450 de zile. Dar planeta noastră este supusă și unui al doilea grup de mișcări. Este vorba de acelea care au drept origine faptul că Pămîntul aparține de fapt unui sistem astral centrat în jurul Soarelui: sistemul solar.

Știți de mult că în jurul Soarelui se mișcă și alte corpuri cosmice — încă 8 planete mari, în afară de Pămînt, cu sateliții lor, mii de planete mici, comete etc. Soarele, situat în centrul acestui sistem astral, nu este însă nemișcat. El are, în primul rînd, o mișcare în cadrul roiului de stele din care face parte: în această deplasare, care se face cu o viteză de 19,5 km pe secundă, astrul nostru de zi duce cu el întreg sistemul solar spre un punct situat în direcția constelației Hercule, nu departe de steaua Vega, din constelația Lira. Deci încă o mișcare pe

care o face și planeta noastră. Luați însă în considerare o altă mișcare a Soarelui — respectiv a întregului sistem solar: aceea în jurul centrului sistemului nostru stelar, adică al Galaxiei noastre. Această mișcare se face cu o viteză de 220 km pe secundă și se completează în 220 de milioane de ani (acesta este „Anul cosmic”). Și încă o mișcare — aceea a Galaxiei, cu circa 600 km pe secundă, în interiorul roiului local de galaxii...

Destul! Parcă ne încercăm ameteala în fața altor mișcări. Și chiar dacă în planetariu toate acestea nu pot fi prezentate sau demonstrate — indicîndu-se doar modul în care se fac și reperele cosmice ale acestora, ajungem în orice caz la concluzia că știința, cercetarea lipsită de idei preconcepute și bazată exclusiv pe realitate, este un minunat instrument de cunoaștere a lumii înconjurătoare și a fenomenelor sale. Iată ce de lucruri au fost descoperite numai în legătură cu mișcările Pămîntului. Și cînd te gîndești că, în urmă cu numai cîteva sute de ani, oamenii mai credeau că planeta noastră e nemișcată! Mai mult, ideea mobilității Pămîntului era socotită eretică, contrară orînduirilor sfinte (!) — drept care biserica nu a pregetat ca în numele „dreptei credințe în Dumnezeu” să condamne cartea lui Nicolaus Copernic (1473—1543) *De revolutionibus orbium coelestium* (Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești) ca „diavolească”; în numele aceleiași credințe, aceeași biserică l-a condamnat pe bătrînul savant Galileo Galilei (1564—1642), în anul 1633, la domiciliu forțat și la suprimarea oricăror relații cu societatea, pentru „păcatul” de a fi susținut mobilitatea Pămîntului, caracterul de planetă al locuinței noastre cosmice. Iar în eforturile sale disperate de a-și menține domi-

nația prin teroare și întinericul neștiinței, clerul nu s-a dat în lături de la a-l condamna pe Giorđano Bruno (1548—1600) la arderea pe rug, pentru aceleași idei, plus aceea atît de înaintată pentru acele vremuri, a infinității lumii și a posibilității existenței ființelor umane și pe alte corpuri din Univers. Dar nici un fel de opreliști, de teroare și de crime nu au putut opri mersul înainte al omnirii : astăzi, prin știință, oamenii au ajuns pe Lună, au trimis sonde spațiale la miliarde de kilometri și au descoperit marile adevăruri despre lumea nesfîrșită a astrilor, folosindu-le pentru continua dezvoltare a civilizației de pe planeta noastră...

DIN POVEȘTILE CONSTELAȚIILOR

Nu, să știți că nu am de gînd să vă spun vreo poveste care începe cu „a fost odată ca niciodată”. Mă simt doar obligat ca, față de atîtea denumiri de constelații pe care am avut ocazia să le citez, să vă arăt și modul în care s-a ajuns măcar la unele dintre ele. Pentru că nu toate constelațiile își datoresc numele fanteziei sau asemănării cu vreun obiect sau animal — Carul Mare cu un car, Lebăda cu o lebădă în zbor, Dragonul cu o astfel de reptilă imaginară... Multe dintre aceste grupări de stele

închipuite de oameni au denumiri ce derivă fie din legende mai complexe, din mitologie, fie din ocupații și aspecte ale vieții sociale din acele vremuri îndepărtate.

Un exemplu grăitor îl constituie constelația Berbecul. Așa cum spuneam, în urmă cu circa două mii de ani, începutul primăverii astronomice coincidea cu intrarea Soarelui în dreptul acestei constelații. Simbolizînd parcă o ocupație de bază din acele vremuri — păstoritul, oamenii au numit această primă constelație a primăverii, Berbecul : era tocmai timpul în care, după iernatul în vîi și la cîmpie, animalele erau scoase din nou la pășunat, în munte. Iată, deci, o consemnare „cosmică” a unei ocupații umane.

Tot în acea perioadă, la începutul verii astronomice (21 sau 22 iunie — depinde de ora exactă), cînd durata solarizării unui loc — adică timpul de la răsăritul Soarelui pînă la apusul acestuia — era maximă (vorbind despre emisfera nordică a Pămîntului), astrul zilei intra în dreptul constelației zodiacale care a fost denumită Racul. Din acest moment — dar nu din cauza trecerii Soarelui prin Racul ! — mai întîi foarte încet, iar după aceea, treptat, mai accentuat — durata zilei propriu-zise începe să se reducă, în favoarea celei a nopții. Tocmai ideea că racul merge înapoi („Dă înapoi că racul !”) a simbolizat staționarea și apoi regresul treptat al duratei solarizării după solstițiul de vară. Dar am să vă mai dau un exemplu grăitor, legat tot de ocupații umane — de data aceasta, direct din muncile agricole.

Tot în urmă cu milenii, o bună parte dintre muncile agricole erau îndeplinite de femei : bărbaților le reveneau ocupații mai grele ca, de exemplu, vîna-

nația prin teroare și întinericul neștiinței, clerul nu s-a dat în lături de la a-l condamna pe Giorđano Bruno (1548—1600) la arderea pe rug, pentru aceleași idei, plus aceea atît de înaintată pentru acele vremuri, a infinității lumii și a posibilității existenței ființelor umane și pe alte corpuri din Univers. Dar nici un fel de opreliști, de teroare și de crime nu au putut opri mersul înainte al omnirii : astăzi, prin știință, oamenii au ajuns pe Lună, au trimis sonde spațiale la miliarde de kilometri și au descoperit marile adevăruri despre lumea nesfîrșită a astrilor, folosindu-le pentru continua dezvoltare a civilizației de pe planeta noastră...

DIN POVEȘTILE CONSTELAȚIILOR

Nu, să știți că nu am de gînd să vă spun vreo poveste care începe cu „a fost odată ca niciodată”. Mă simt doar obligat ca, față de atîtea denumiri de constelații pe care am avut ocazia să le citez, să vă arăt și modul în care s-a ajuns măcar la unele dintre ele. Pentru că nu toate constelațiile își datoresc numele fanteziei sau asemănării cu vreun obiect sau animal — Carul Mare cu un car, Lebăda cu o lebădă în zbor, Dragonul cu o astfel de reptilă imaginară... Multe dintre aceste grupări de stele

încipute de oameni au denumiri ce derivă fie din legende mai complexe, din mitologie, fie din ocupații și aspecte ale vieții sociale din acele vremuri îndepărtate.

Un exemplu grăitor îl constituie constelația Berbecul. Așa cum spuneam, în urmă cu circa două mii de ani, începutul primăverii astronomice coincidea cu intrarea Soarelui în dreptul acestei constelații. Simbolizînd parcă o ocupație de bază din acele vremuri — păstoritul, oamenii au numit această primă constelație a primăverii, Berbecul : era tocmai timpul în care, după iernatul în vîi și la cîmpie, animalele erau scoase din nou la pășunat, în munte. Iată, deci, o consemnare „cosmică” a unei ocupații umane.

Tot în acea perioadă, la începutul verii astronomice (21 sau 22 iunie — depinde de ora exactă), cînd durata solarizării unui loc — adică timpul de la răsăritul Soarelui pînă la apusul acestuia — era maximă (vorbind despre emisfera nordică a Pămîntului), astrul zilei intra în dreptul constelației zodiacale care a fost denumită Racul. Din acest moment — dar nu din cauza trecerii Soarelui prin Racul ! — mai întîi foarte încet, iar după aceea, treptat, mai accentuat — durata zilei propriu-zise începe să se reducă, în favoarea celei a nopții. Tocmai ideea că racul merge înapoi („Dă înapoi că racul !”) a simbolizat staționarea și apoi regresul treptat al duratei solarizării după solstițiul de vară. Dar am să vă mai dau un exemplu grăitor, legat tot de ocupații umane — de data aceasta, direct din muncile agricole.

Tot în urmă cu milenii, o bună parte dintre muncile agricole erau îndeplinite de femei : bărbaților le reveneau ocupații mai grele ca, de exemplu, vîna-

toarea, sau altele — urite în toate timpurile : războaiele.

În perioada recoltelor — lunile iulie și august din calendarul de acum — Soarele trecea prin dreptul unei mari constelații, cunoscută de mult și denumită de pe atunci constelația Fecioarei, ca simbol al culesului, făcut de femei. Legat de recoite, numele acestei constelații este ilustrat : pe hărțile stelare alcătuite prin veacurile XIII—XVII unde erau reprezentate și imaginile simbolizate de constelații, Fecioara este reprezentată printr-o tinăra fată care ține în mina dreaptă un spic de grâu — simbol al roadelor pământului, muncit de oameni...

Exemplele de acest gen ar putea continua. Aproape fiecare constelație zodiacală își are numele legat de un fapt real — fenomen sau ocupație umană. Sint însă tot atît de numeroase constelațiile ale căror nume provin din legende deosebit de frumoase, care s-au menținut de-a lungul veacurilor, de la o generație la alta. Am să vă dau și aici cîteva exemple :

O frumoasă legendă din mitologia greacă stă la baza denumirii unui grup de constelații ce aparțin emisferei boreale a cerului înstelat : Cepheu, Cassiopeea, Andromeda, Perseu și Pegas. Legenda spune că, în vremurile de demult, Etiopia — țară bine cunoscută, situată în estul Africii — era condusă de regele Cepheu și de soția sa, regina Cassiopeea. Aceasta din urmă era obișnuită cu, privindu-și oglinda în fiecare dimineață, să-și vadă chipul : pasămite, oglinda era fermecată și arăta chipul celei mai frumoase femei din regat.

Ani și ani de zile, regina Cassiopeea și-a văzut fața în oglinda fermecată. Dar, într-o bună zi, în

oglină, reginei i s-a arătat un alt chip : acela al fiicei sale, Andromeda.

Plină de furie, Cassiopeea și-a îndreptat speranțele spre zeițele fluviilor, ale fîntînilor și pădurilor — nereidele sau nimfele — fiicele puternicului zeu al mărilor, Poseidon (Neptun, în mitologia romană). Reușind să nască invidia acestora față de frumusețea Andromedei, Cassiopeea le-a făcut pe nereide să ceară tatălui lor trimiterea unui monstru al mărilor spre a pustii Etiopia și pe locuitorii săi.

În fața ravagiilor și sfătuit de oracol — prezicătorul regelui — Cepheu a luat hotărîrea de a o sacrifica pe Andromeda. Ea a fost dusă pe malul mării și înălțuită de o stîncă pentru a fi luată de monstru și dusă în adîncuri.

Totul s-ar fi sfîrșit tragic pentru frumoasa fiică a reginei, dacă nu ar fi trecut pe acolo tinărul și viteazul Perseu, fiul lui Jupiter. El se întorcea cu calul său înaripat, Pegas, de la lupta cu cele trei Gorgone — Euryale, Stheno și Medusa — creaturi hidoase, pline de ură față de oameni. Tinărul luptător învinsese Gorgonele — ultimei dintre ele, tîndu-i capul, pe care l-a luat cu sine. Mai mult, Perseu a luat și calul înaripat, Pegas, apărut din singele Medusei...

Văzînd ce soartă îngrozitoare i se hărăzise Andromedei, Perseu nu a pregetat : el a eliberat-o pe prințesă din lanțuri și, la apariția monstrului, a întors spre acesta capul Medusei. Iar monstrul, privind ochiul otrăvit al acesteia, pe loc s-a transformat într-o stîncă : privirea ochiului Medusei împietrea pe oricine îl privea.

Astfel, Andromeda a fost salvată de la pieire, o dată cu salvarea Etiopiei de la pustiere. Iar ca totul să se termine cu bine, legenda ne spune că

Perseu a luat-o pe Andromeda de soție; devenind rege al Tirint-ului, el a fondat și legendarul oraș Micene...

Cepheu, Andromeda, Cassiopeea... Toate constelațiile desemnate prin aceste denumiri, le puteți recunoaște foarte ușor pe cer — mai ales, dacă le-ați învățat pe cerul planetariului!

Am să vă mai spun, pe scurt, o poveste asemănătoare, de data aceasta atașată celor mai frumoase constelații ale cerului de iarnă: Orion, Cîinele Mare, Cîinele Mic, Gemenii, Taurul... Iată ce spune legenda:

Cîndva, cele 7 fiice ale fostului, dar puternicului rege Atlas — pedepsit să țină Pămîntul în spate — și care fuseseră transformate în pui de aur, se plimbau pe cărările senine ale cerului, așa cum făceau încă de cînd fuseseră urcate pe cer.

Deodată, un taur furios, fornăind pe nări, se aruncă spre Pleiade — numele celor 7 pui de aur — gata să le strivească sub copite. Și poate „praful s-ar fi ales“, cum se spune, de pui de aur ai cerului, dacă nu ar fi intervenit iscusitul vînător, Orion. Fiu al zeului Poseidon, Orion fusese aruncat pe cer de către zeița Diana, pe care o înfruntase: cu atît mai bine pentru Pleiade! Căci Orion, însoțit de Cîinele Mare și Cîinele Mic (alte două constelații), s-a repezit asupra Taurului — și acesta trimis pe cer din voința zeilor — mai precis, a lui Jupiter (sau Zeus, la Romani). Și poate, cu toată puterea sa, Orion n-ar fi reușit atît de ușor să stăvilească furia Taurului, dacă nu i-ar fi venit în ajutor Gemenii (aici, tot o constelație). Aceștia, pe numele lor, Castor și Pollux, fuseseră trimiși în cer de către tatăl lor, Jupiter; ei sînt cei ce l-au ajutat pe Orion să înfrîngă cerbicia Taurului legen-

dar și, înlănțuindu-l, să-l facă să nu mai poată ajunge niciodată la Pleiade, deși, pe cer, el se află la mică depărtare de acestea.

Dar, pentru că i-am amintit pe cei doi gemeni, trebuie să vă spun că, în vorbirea curentă, ei simbolizează adevărata frăție. Într-adevăr, povestea spune că cei doi frați l-au însoțit pe nu mai puțin legendarul Iason în expediția sa pentru a găsi Lina de Aur. Remarcîndu-se prin curajul și noblețea lor, Jupiter i-a dăruit nemurire lui Pollux — dar nu și fratelui său, Castor. La un moment dat, acesta din urmă a fost ucis într-o luptă; dar Pollux, aflînd de moartea fratelui său, a împărțit cu acesta nemurirea — drept care trăiau și mureau, cînd unul, cînd celălalt. Mișcat de strînsa lor prietenie, Jupiter i-a immortalizat pe amîndoi, urcîndu-i pe cer, unde au devenit stelele principale ale constelației Gemenii.

Nu v-am dat aici decît cîteva exemple de astfel de legende: cu adevărat nemuritoare prin frumusețea lor, ele au reprezentat încă din antichitate izvoare pentru desemnarea multor constelații. Și chiar dacă nu am insistat în această relatare asupra basmelor propriului nostru popor, legate de cer și de fenomenele sale — în general, de lumea astrilor — trebuia să vă spun că acestea nu sînt mai puțin frumoase. Amintiți-vă de *Miorița*:

„...Că la nunta mea
A căzut o stea...”

sau de creația cultă, pornită de fapt din concepțiile poporului nostru, ca, de exemplu, fragmentul din binecunoscuta poezie eminesciană — *La steaua*:

*„La steaua care-a răsărit
E-o cale-atît de lungă,
Că mîi de ani i-au trebuit
Luminii să ne-ajungă...”*

Dar cine nu ştie de Calea Laptelui, numită de poporul nostru „Drumul Robilor” — calea pe care, chipurile, ar fi fost duşi, la Roma, dacii căzuţi în robia romană, în urma războaielor dintre cele două popoare? Şi tot aceasta mai este uneori numită „Drumul lui Traian” — adică drumul pe care ar fi venit marele împărat roman, spre puternicul regat al lui Decebal. Şi dacă briul ceţos al Căii Lac-tee poartă diferite denumiri, cu atît mai mult, numeroase constelaţii figurează în ideile poporului nostru: Hora, Omul, Dulăul, Ciobanul cu oile... nu numai constelaţii folosite de-a lungul veacurilor de strămoşii noştri în ocupaţiile lor, dar şi împletite în minunate basme...

Sîntem însă în planetariu. Demonstratorul ne-a spus cîte ceva despre originea constelaţiilor, iar eu am încercat să duc ceva mai departe spusele lui. În orice caz, planetariul parecă ne face aîdoma lui Făt-Frumos din poveste să atingem:

„...Luna cu mîna şi Soarele cu picioarele...”

Chiar dacă nu noi, cei care stăm de vorbă acum, „am atîns Luna cu mîna” (oare astronauţii au făcut-o sau nu? Ia, gîndiţi-vă!), ştim bine că oameni ai acestui veac XX au coborît pe solul misterios şi arid al Lunii. Să vedem, poate mai tîrziu, vom spune un cuvînt şi despre această poveste *adevărată*, mai ales că, nu peste multă vreme de la apariţia acestor rînduri, se vor împlini 20 de ani de cînd

primul om, astronautul Neil Armstrong, a făcut „un pas mic pentru om, un salt uriaş pentru omenire!”

Dar, pînă atunci, să mergem mai departe: să intrăm...

IN LUMEA PLANETELOR

Într-o zi, a venit la planetariu un grup de pionieri de la o şcoală din Bacău:

— Tovarăşe profesor, noi am fost la planetariu de cîteva ori şi am participat la unele dintre spectacolele prezentate. Săptămîna viitoare însă, avem programat un concurs „Cine ştie, răspunde”, pe tema „Planetele Soarelui”. De aceea v-am ruga să ne prezentaţi un spectacol referitor la planete.

Ce era să fac? Am trecut eu, direct, pe post de demonstrator şi, după ce am reglat proiectorul pentru a da imaginea generală a cerului la data şi ora respectivă (era, dacă nu mă înşel, la 16 ianuarie 1988, la orele 11 şi 15 minute), am continuat ca de obicei.

Tema precisă pe care le-o propusesem participanţilor pentru a le satisface solicitarea — şi le-o comunicasem ca atare — era, de fapt, dublă: un prim spectacol, consacrat mişcărilor observate de pe Pămînt ale planetelor, realitatea despre ele. Iar cel

*„La steaua care-a răsărit
E-o cale-atît de lungă,
Că mîi de ani i-au trebuit
Luminii să ne-ajungă...”*

Dar cine nu ştie de Calea Laptelui, numită de poporul nostru „Drumul Robilor” — calea pe care, chipurile, ar fi fost duşi, la Roma, dacii căzuţi în robia romană, în urma războaielor dintre cele două popoare? Şi tot aceasta mai este uneori numită „Drumul lui Traian” — adică drumul pe care ar fi venit marele împărat roman, spre puternicul regat al lui Decebal. Şi dacă briul ceşos al Căii Lac-tee poartă diferite denumiri, cu atît mai mult, numeroase constelaţii figurează în ideile poporului nostru: Hora, Omul, Dulăul, Ciobanul cu oile... nu numai constelaţii folosite de-a lungul veacurilor de strămoşii noştri în ocupaţiile lor, dar şi împletite în minunate basme...

Sîntem însă în planetariu. Demonstratorul ne-a spus cîte ceva despre originea constelaţiilor, iar eu am încercat să duc ceva mai departe spusele lui. În orice caz, planetariul parecă ne face aîdoma lui Făt-Frumos din poveste să atingem :

„...Luna cu mîna şi Soarele cu picioarele...”

Chiar dacă nu noi, cei care stăm de vorbă acum, „am atîns Luna cu mîna” (oare astronauţii au făcut-o sau nu? Ia, gîndiţi-vă!), ştim bine că oameni ai acestui veac XX au coborît pe solul misterios şi arid al Lunii. Să vedem, poate mai tîrziu, vom spune un cuvînt şi despre această poveste *adevărată*, mai ales că, nu peste multă vreme de la apariţia acestor rînduri, se vor împlini 20 de ani de cînd

primul om, astronautul Neil Armstrong, a făcut „un pas mic pentru om, un salt uriaş pentru omenire!”

Dar, pînă atunci, să mergem mai departe: să intrăm...

IN LUMEA PLANETELOR

Într-o zi, a venit la planetariu un grup de pionieri de la o şcoală din Bacău :

— Tovarăşe profesor, noi am fost la planetariu de cîteva ori şi am participat la unele dintre spectacolele prezentate. Săptămîna viitoare însă, avem programat un concurs „Cine ştie, răspunde”, pe tema „Planetele Soarelui”. De aceea v-am ruga să ne prezentaţi un spectacol referitor la planete.

Ce era să fac? Am trecut eu, direct, pe post de demonstrator şi, după ce am reglat proiectorul pentru a da imaginea generală a cerului la data şi ora respectivă (era, dacă nu mă înşel, la 16 ianuarie 1988, la orele 11 şi 15 minute), am continuat ca de obicei.

Tema precisă pe care le-o propusesem participanţilor pentru a le satisface solicitarea — şi le-o comunicasem ca atare — era, de fapt, dublă: un prim spectacol, consacrat mişcărilor observate de pe Pămînt ale planetelor, realitatea despre ele. Iar cel

de-al dollea era axat pe ideea unei călătorii interplanetare, pe urmele sondelor spațiale care au survolat, s-au satelizat sau au aterizat pe suprafețele unora dintre ele — în speță, pe planetele Venus și Marte.

Fac aici o paranteză. Verbul „a ateriza” înseamnă, după cum se știe, a coborî pe pământ, a se așeza pe sol — și dacă vreți mai exact, pe uscat; el are ca origine substantivul latin „terra”.

Pornind de la această idee, au apărut verbe „curat murdare” — vorba nemuritorului nostru Caragiale: „a amartiza”; „a avenuza” și altele, după cum era vorba de coborîri pe solurile planetelor Marte, respectiv, Venus... Nu! Nu se utilizează astfel de verbe! Corect, singurul verb intrat în vorbirea curentă și utilizat ca atare este: „a aseleniza”, care înseamnă a coborî pe suprafața Lunii. El derivă de la substantivul propriu Selene — numele grecesc al Lunii. În rest, orice coborîre pe suprafața unui astru — dacă aceasta există — este desemnată prin verbul „a ateriza”, urmat de precizarea astrului despre care este vorba — planetă, asteroid, satelit planetar etc. Închid aici paranteza.

Așadar, am dat drumul proiecteurului. Pe cerul puternic luminat, Soarele a început să se miște către apus; iar la coborîrea sa sub orizont, lumina a scăzut treptat, căpătînd acea culoare viorie, caracteristică înserării.

Spre vest, nu departe de orizont, și-au făcut apariția două planete: aproape pe orizont, se vedea planeta Mercur; iar ceva mai sus, planeta Venus strălucea puternic, deși încă nici o stea nu se vedea pe cer.

A mai scăzut puțin lumina și spre sud, în înaltul cerului planetariului, și-a făcut apariția cea mai

mare dintre planetele familiei cosmice a Soarelui — Jupiter. În fine, o dată cu întunericul nopții din planetariu, spre orele 18 (în sala de spectacole!), cerul s-a umplut cu puzderie de stele.

— Iată-ne în seara zilei de 16 ianuarie 1988, la orele 18 — am început eu. Pe cerul de apus, planeta Mercur, aflată într-una dintre rarele sale perioade de vizibilitate cu ochiul liber; iar mai sus, în dreptul stelelor constelației Vărsătorul, străluceste puternic planeta Venus, aflată în postura de Luceafăr de seară. De asemenea, o a treia planetă, situată acum în dreptul constelației Berbecul, se vede foarte bine: este gigantul sistemului planetar al Soarelui, Jupiter.

M-am oprit pentru moment cu prezentarea situației cerului înstelat; dar după aceea, am indicat tinerilor mei interlocutori să urmărească mișcările celor două planete mai apropiate de Soare — Mercur și Venus — atît prin dreptul fondului stelar, cît și în raport cu Soarele. Evident, era vorba aici de urmărirea acestor mișcări, nu în timpul unei singure zile, ci de-a lungul mai multor luni — ceea ce este atît de ușor de realizat în planetariu pe parcursul a cîtorva minute; și am dat comandă proiecteurului să execute acest lucru pentru întreg anul 1988.

Au trecut vreo trei minute — dădusem comandă pentru o defilare mai lentă, spre a putea fi mai ușor observată. Dar mai repede decît poate mă așteptam, oaspeții planetariului au remarcat două lucruri fundamentale. Mai întîi, ei au observat aproape imediat că ambele planete se mișcau, concomitent cu Soarele, prin dreptul fondului stelar. Comparativ, Mercur se mișca mai repede decît Venus, dar, în repetate rînduri, planeta a schimbat

sensul mișcării, revenind parcă pe unde trecuse cu puține „zile” înainte. Evident, la fiecare schimbare de sens, planeta parcă rămânea pe loc în raport cu stelele : era vorba de ceea ce astronomii numesc o „staționare” sau, dacă vreți mai riguros, o „staționare în ascensie dreaptă” — aceasta din urmă fiind un fel de longitudine măsurată pe cer.

Cît privește planeta Venus, și ea a făcut același lucru, dar cu mult mai rar. Dacă Mercur a făcut acest lucru de 6 ori în cursul anului 1988 ca de exemplu, la 1 și 23 februarie, Venus a avut astfel de staționări numai de două ori — la 24 mai și 2 iulie. (Vă reamintesc faptul că pe cerul planetariului datele unor fenomene pot fi ușor indicate, prin existența reperelor necesare.)

Astfel, mișcările pe cer, prin dreptul stelelor, ale celor două planete, au fost cele reprezentate în figura 12. Punctele marcate cu litera A sînt cele de staționare în ascensie dreaptă. Și, ca să fiu complet, adică să vă spun tot ceea ce am spus și vizitatorilor mei de atunci : cînd una sau alta dintre planete se mișcă prin dreptul stelelor de la dreapta spre stînga — adică, dinspre apus spre răsărit — mișcarea sa este *directă*. Iar după o primă staționare, mișcîndu-se de la răsărit spre apus (de la stînga spre dreapta), mișcarea se numește *retrogradă*. Urmează o nouă staționare, după care mișcarea redevine *directă*.

Pînă aici, observarea mișcărilor nu era prea dificilă ; cea de a doua poate ar fi creat unele greutăți. Dar am făcut eu ce am făcut și am oprit Soarele, continuînd mișcarea de-a lungul anilor (între timp trecusem în...1989 și apoi în 1990 !), iar acesta rămînea cam în aceeași direcție pe cerul planetariului.



Fig. 12. Mișcările lui Mercur și Venus prin dreptul stelelor

După aceea, am „luat” stelele de pe cer și am lăsat numai cele două planete ; și acum nu le-a fost deloc greu vizitatorilor mei să observe că, numai în raport cu Soarele, cele două planete se mișcau așa cum se vede în figura 13. Cineva a și spus la un moment dat : „acum se vede foarte bine că și Mercur și Venus se rotesc în jurul Soarelui”.

Așa și este : cele două planete se mișcă, aidoma Pămîntului, în jurul Soarelui. Mercur dă ocol astrului zilei în 88 de zile — mai puțin cu cca 50 de minute — păstrînd față de acesta o distanță mijlocie de aproape 58 de milioane de kilometri. Venus, fiind mai departe de Soare decît Mercur, la 108 milioane km, își completează orbita circumsolară într-un timp mai lung, și anume în 224 de zile și aproape 17 ore.

Tocmai vroiam să completez cele spuse prin precizarea că nu numai cele două planete, ca de alt-

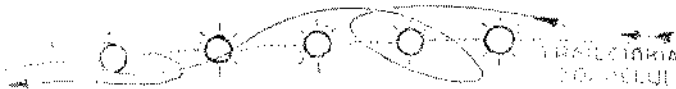


Fig. 13. Mișcările planetelor în raport cu Soarele, pe cerul planetariului

fei și Pământul, execută cîte o mișcare de revoluție în jurul Soarelui, în afară de cea de rotație axială, cînd unul dintre pionieri m-a întrebat unde poate găsi date despre mișcările celorlalte planete. I-am răspuns imediat că ele figurează atît în expoziția noastră, în sala consacrată planetelor, cît și în Anuarul Astronomic al Centrului de Astronomie și Științe Spatiale din București. Ei știau deci bine că toate planetele se rotesc în jurul Soarelui și în jurul axelor lor proprii.

(Ca să nu căutați prea mult și, poate, să nu găsiți aceste date, vi le dau eu aici, direct, în 'Anexa de la finele acestui volum.)

Ei, aici am făcut o pauză, ca înaintea unui salt peste un obstacol. Trebuia să explic clar de ce planetele au mișcări directe și retrograde separate prin staționări; în fond, ele se mișcă în jurul Soarelui mereu în același sens, absolut fără opriri.

Cu proiectorul nu puteam face prea multe. De aceea, am recurs la două diapozitive proiectate, prin care am căutat să arăt cum se realizează mișcarea observată pe cer, pornind de la mișcarea reală. Iată ce imagini am prezentat — figurile 14 și apoi 15.

Explicația nu a mai fost prea dificilă. Într-adevăr, să considerăm mai întîi — în figura 14 — că pe traiectoria 1 se mișcă o planetă interioară, adică una mai apropiată de Soare decît Pământul — Mercur sau Venus; iar pe traiectoria 2 se mișcă propria noastră planetă.

Vedeți pozițiile succesive ale celor două planete; noi, de aici, observăm pe cer ceea ce este reprezentat pe sectorul 1'. Deci, chiar dacă se mișcă în același sens și fără opriri, din cauza vitezelor dife-

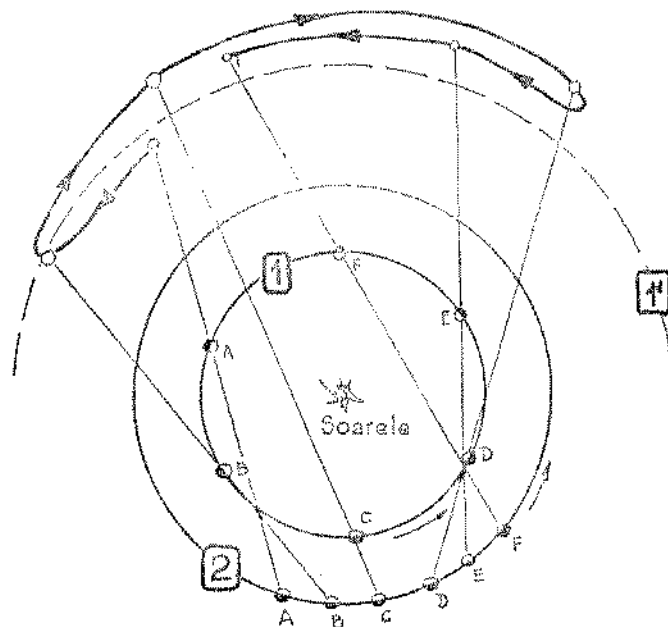


Fig. 14. Explicarea mișcărilor planetelor interioare

rite, planeta observată (aici Mercur sau Venus) pare că descrie un fel de bucle, numite *bucle paractice*: mișcare directă, staționare, mișcare retrogradă, staționare, mișcare directă. Concomitent, se înțelege și faptul că, fiind mai aproape de Soare decît noi, o planetă interioară se va vedea numai în preajma astrului zilei. Uneori, planeta în cauză răsare înaintea Soarelui și apune înainte de apusul acestuia: planeta se vede pe cerul dimineții. Alte-

ori, răsărind după Soare și apunind după acesta, planeta este observabilă pe cerul de seară. În această situație, despre planeta Venus se spune — ca urmare a marii sale străluciri — că este Luceafăr de dimineață sau de seară, după cum poate fi observată. Astfel, pînă la jumătatea anului 1988, Venus a apărut ca Luceafăr de seară. Trecînd între noi și Soare la 13 iunie 1988 — cum se spune, în conjuncție inferioară — planeta a dispărut pentru vreo 10 zile; iar cînd s-a depărtat unghiular suficient de Soare, ea a apărut pe cerul dimineții. Și Luceafăr de dimineață a rămas pînă în februarie 1989; trecînd din nou în direcția Soarelui, dar dincolo de acesta în raport cu noi — adică în conjuncție superioară — la începutul lunii martie 1989, Venus redevine Luceafăr de seară, ușor observabil începînd de la jumătatea lunii aprilie a aceluiași an...

Să trecem acum la figura 15 pentru a ne explica mișcările planetelor exterioare, adică ale acelor planete care sînt mai depărtate de Soare decît Pămîntul: Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun și Pluton. Acum vom presupune că pe traiectoria 1 se mișcă Pămîntul, iar pe traiectoria 2 — una dintre planetele menționate: pe sectorul 2' am indicat ceea ce observăm pe cer. Nu este greu de văzut că, de fapt, figura este identică: în fond, pentru oricare dintre planetele exterioare, Pămîntul este o planetă interioară. Acum însă, locul observației — Pămîntul — este acela al unei planete interioare: de aceea, aici observatorul se mișcă mai repede decît planeta observată — nu mai încet ca în primul caz. Rezultatul este acela al unor bucle paralactice similare. Cînd Pămîntul, mișcîndu-se mai repede pe orbită, ajunge să treacă între planeta observată și Soare, am avea (văzut de pe planeta în cauză) o

conjuncție inferioară a Pămîntului, cu Soarele; de aici însă, vedem planeta în direcția diametral opusă Soarelui. Este momentul de opoziție a planetei cu Soarele. Și se vede ușor că, în perioada opoziției, planeta observată se află în plină mișcare retrogradă. Și iată, astfel, explicate mișcările atît de curioase ale planetelor prin dreptul stelelor — mișcări care i-au pus la grele încercări pe cei care, în trecutul îndepărtat, s-au străduit să le explice.

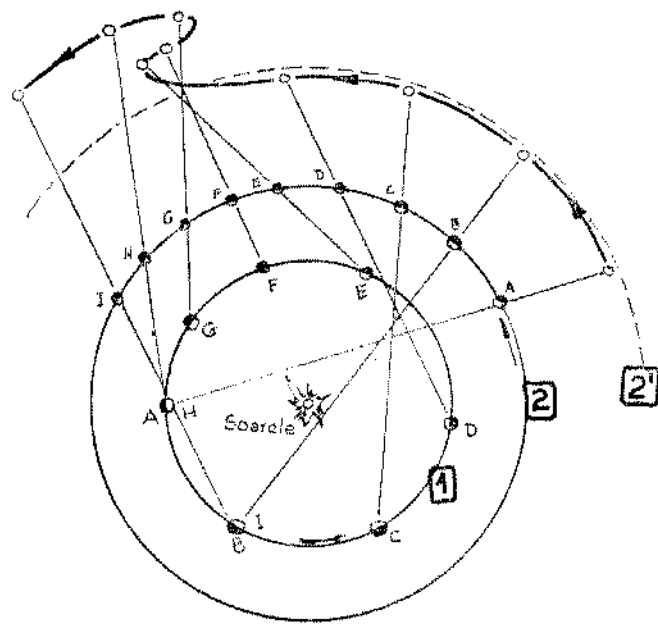


Fig. 15. Explicarea mișcărilor planetelor exterioare

Intr-adevăr, timp de multe veacuri, oamenii au considerat Pământul nemiscat și situat în centrul Universului. Socotind că toate corpurile cerești se rotesc în jurul Pământului, era imposibil să se explice cauza pentru care planetele au mișcările atât de complexe. Pentru a le explica, un mare învățat al antichității, Claudiu Ptolemeu (90? — 168?) din Alexandria a înscris în lucrarea sa *Megale Syntaxis Tes Astronomias* (Marea alcătuire a astronomiei), un sistem numit *geocentric*. În acest sistem se presupunea că Pământul este nemiscat și situat în centrul lumii. Luna, și mai departe Soarele, s-ar roti uniform în jurul Pământului pe cercuri — cei doi aștri avînd, invariabil, mișcări directe. În schimb, planetele nu s-ar roti direct în jurul Pământului, ci pe niște cercuri mici, numite *epicicle*. La rîndul lor, centrele acestor epicicle s-ar fi mișcat pe alte cercuri mari, numite *deferente*. În centrul comun al deferentelor, s-ar fi găsit Pământul. Punînd anumite condiții de dimensiuni și viteze, Ptolemeu reușea într-o oarecare măsură să explice faptele observate.

Realitatea însă, după cum știm atât de bine, era alta. Întrevăzută încă din antichitate de către un mare astronom, Aristarch din Samos (310—230 î.e.n.), aceasta a fost exprimată într-o formă de principiu de către Nicolaus Copernic (1573—1543) și preluată treptat de către toți oamenii de știință.

Nu a fost ușor ca heliocentrismul lui Copernic (ideea Soarelui în centrul Universului și trecerea Pământului în rîndul planetelor) să se impună. Biserica susținea geocentrismul lui Ptolemeu — ajuns în Europa prin intermediul arabilor — afirmînd că „Ptolemeu a ghicit voința lui Dumnezeu“; oricine

ar fi susținut alte concepții era socotit eretic și pedepsit ca atare. Cum am mai vorbit despre aceste lucruri, nu le voi repeta aici; dar nu mă pot opri să vă spun, cu riscul de a repeta, că lucrarea lui Copernic a fost înscrisă în „Index“ — lista cărților păcătoase (!) alcătuită de biserică. Această carte a fost scoasă din „Index“, față de riscul de a deveni ridicolă o astfel de inscriere.

Să-i lăsăm însă pe teologi cu ideile lor învechite, lipsite de orice bază științifică, de rațiune, și să revenim la planetele noastre.

Așa cum vă spuneam, am explicat oaspeților mei de la planetariu mișcările observate ale planetelor. Evident că a trebuit să fac față unei adevărate avalanșe de întrebări — dacă și pe alte planete se formează anotimpuri și care sînt duratele lor, cum se pot stabili punctele cardinale pe o planetă oarecare ș.a.m.d. Nu le mai formulez aici pe fiecare, și nici răspunsurile pe care a trebuit să le dau. Dar, într-un tîrziu, le-am amintit curioșilor mei interlocutori că va trebui să le prezint și un al doilea spectacol referitor la planete — cel cuprinzînd elementele de astrofizică, adică o veritabilă incursiune în preajma și pe suprafețele acestor aștri. În prealabil, le-am pus și eu cîteva întrebări în legătură cu ceea ce le explicasem pînă atunci. Trebuie să mărturisesc că mi-au dovedit din plin atenția cu care mă urmăriseră, dînd răspunsuri pe cit de clare, pe atît de frumoase. M-au făcut în acest fel să-mi revăd eu, încă o dată, materialele pentru tema următoare, ca să fac o expunere cît mai completă și pe măsura așteptărilor lor: deh, se pregăteau pentru un concurs, a cărui desfășurare, încă de pe atunci, se anunța deosebit de strînsă!

Vă spun și vouă ce le-am spus și vizitatorilor mei de atunci : nici una dintre ele nu mai revine pe Pământ sau măcar în preajma planetei noastre. Pioneer 10 a depășit granițele sistemului planetar al Soarelui, iar Pioneer 11 va face în curând același lucru. Vor urma, pe rând, cele două sonde Voyager care, ca și celelalte două sonde, se vor depărta treptat în spațiu, punind între noi și ele tot mai multe miliarde de kilometri.

Să știți că misiunea lui Voyager 2 nu va înceta însă o dată cu trecerea pe lângă Neptun — cel mult, putem spune că și-a încheiat programul pentru care fusese lansat. Dacă nu suferă nici un accident în august 1989 pe lângă Neptun, agregatul spațial va fi solicitat periodic să ne transmită informații asupra condițiilor fizice și magnetice traversează, care este intensitatea radiațiilor cosmice de pe acele paragini, cum apar unii aștri văzuți de acolo ? Până unde ? Până acolo de unde vom mai putea recepționa semnalele din ce în ce mai slabe ale sondei — tot mai slabe pe măsura îndepărtării sale de noi. Iar sonda, ca și celelalte lansate înainte, se va depărta în ne-sfârșirea spațiului cosmic, în liniștea și întunericul acestuia, presărat doar cu palide străluciri ale stelelor...

DINCOLO DE STELE

Să vă spun drept, din 1984, de când a intrat în funcțiune planetariul din Bacău, o singură dată

m-a întrebat cineva : „Ce se vede, ce există dincolo de stelele pe care le observăm cu ochiul liber ?”

Nu pot spune că nu am rămas un moment descumpănit. Eram în finalul unui spectacol — „Cerul, de la nord spre sud” — în cadrul căruia făcusem o trecere în revistă a celor mai frumoase constelații de pe cerul boreal, ca și de pe cel austral, a unor legende legate de constelații — așa cum am vorbit și noi mai înainte, în paginile acestei cărți. Dar după aceea, gândindu-mă mai mult la această întrebare și la răspunsul rezumativ pe care îl dădusem, am stat și am pus la punct un spectacol cu exact această temă : „Dincolo de stele”.

În ce măsură spectacolul răspunde la unele întrebări, nu pot spune încă precis : părerile bune exprimate puteau fi determinate și de... politețe. Pentru că, în treacăt să vă spun, un spectacol de planetariu nu este o prezentare făcută la întâmplare, pe baza unor proiecții efectuate cu ajutorul aparatului și, eventual, a prezentării unor diapozitive. Realizarea unui asemenea spectacol presupune, mai întâi, formarea unui plan de idei — așa cum faceți și voi la câte o compunere mai complicată ; iar după aceea, pe această bază, se alcătulește un scenariu. Acesta cuprinde succesiunea principalelor comenzi ce vor fi date proiecteurului de planetariu, etapele când se intervine cu proiecteurul de diapozitive — acestea fiind și ele așezate din timp în caseta multiplă, în succesiunea logică a ideilor. Și, bineînțeles, în scenariu sînt incluse și ideile ce urmează a fi comunicate în cadrul temei stabilite. De altfel, numai pe o astfel de bază se poate pregăti și o eventuală cartelă perforată, destinată prezentării automate a spectacolului : la proiectoarele moderne ale planetariilor de la Bacău și Suceava sînt atașate

Se spune — și pe drept cuvânt — că cerul de iarnă, așa cum îl vedem noi acum, în planetariu, este cel mai bogat în stele strălucitoare. Acest lucru este foarte adevărat. Dar, în același timp, el ascunde și o sumedenie de aștri, invizibili cu ochiul liber, în majoritatea lor absolută : nebuloase, roiuri stelare, stele în formare... Nu mai departe, iată, Cloșca cu Pui. Lăsând în urmă legenda rămasă din antichitate, cele 7—8 stele vizibile cu ochiul liber sînt cele mai luminoase dintre cele aproximativ 130 de stele care formează îngrămădirea stelară cu acest nume. Este vorba, dragii mei cititori, de un grup de stele tinere, care s-au format în urmă cu aproximativ un miliard de ani — dacă nu mai puțin — dintr-un nor de pulberi și gaze, adică dintr-o nebuloasă mixtă : vom vorbi noi, ceva mai târziu, despre formarea stelelor. Dată fiind însă originea comună, aceste stele continuă un timp destul de îndelungat să rămînă împreună, mișcîndu-se prin spațiu cu aceeași viteză și în aceeași direcție. Vedeți dar : spre deosebire de constelații, în care stelele reamite în ele nu au nimic care să justifice gruparea — în afară de imaginația oamenilor — în roiurile stelare există legături bine definite între componente — de la originea comună, la atracția reciprocă.

Roiul Cloșca cu Pui este unul dintre sutele de roiuri așa-numite *galactice* sau *deschise*. Numele lor vine, pe de-o parte, de la faptul că cele mai multe se găsesc în vecinătatea muchiei sistemului nostru stelar, Galaxia, care ne apare pe cer sub forma bine cunoscută a Căii Lactee. Pe de altă parte, numele de roiuri deschise exprimă faptul că, de-a lungul unor sute de milioane de ani, stelele unui astfel de roi se risipesc, se distanțează reciproc, pierzîndu-se printre miliardele de stele din jur.

Dacă Cloșca cu Pui sau Pleiadele constituie un roi stelar bine vizibil cu ochiul liber, un al doilea este la fel de ușor observabil. Este vorba de roiul Hyadelor (Ploioasele) care are, ca stele componente, stelele din jurul „ochiului Taurului“, Aldebaran. Hyadele sînt mai puține — numai vreo 40 — și mult mai răsfirate decît Pleiadele. Cauza este dublă : în primul rînd, Pleiadele apar mai grupate, din cauză că se găsesc la 410 ani lumină față de noi, în timp ce Hyadele se află la „numai“ 130 de ani lumină — deci distanțele dintre componentele roiului apar mai mari. În al doilea rînd, Hyadele sînt mult mai vîrstnice decît Pleiadele — vîrstele lor fiind de peste 3 miliarde de ani : ele au avut deci timp destul pentru ca efectul de risipire să fie mult mai clar decît la Pleiade.

Abstracție făcînd de cîteva roiuri extrem de sărace în stele, acestea două sînt singurele bine vizibile cu ochiul liber. Mai este unul — deci al treilea — care, dacă știi bine unde să-l cauți, îl poți întrezări ca o mică pată cețoasă pe cer. Este roiul Praesepe sau, mai bine cunoscut în rîndurile specialiștilor sub indicativul M.44. Situat în direcția constelației Racul, notația semnifică înscrierea lui la nr. 44 în catalogul alcătuit de astronomul francez Charles Messier (1730—1817) : acest catalog cuprinde 103 astfel de „obiecte“ cosmice — roiuri stelare, nebuloase, galaxii.

Dacă acestea sînt — pe cerul vizibil din țara noastră — singurele roiuri stelare vizibile cu ochiul liber, aceasta nu înseamnă că nu există și altele observabile — dar cu ajutorul instrumentelor. De exemplu, amintindu-le numai pe cele mai luminoase, mai ușor accesibile chiar instrumentelor astronomice

mici, voi menționa mai întâi roiiul M.41 : el este situat exact mai jos, spre orizont, față de steaua Sirius — alfa din Cîinele Mare. Roiul se află la aproximativ 2 400 de ani lumină față de noi și cuprinde cam 50 de stele. Un altul, M.35, chiar la capătul de nord-vest al constelației Gemenii ; cuprinzînd cca 120 de stele, distanța sa este de 2 500 de ani lumină. În fine, un al treilea, situat tot în Gemenii, nu departe — ca direcție — de M.35 și catalogat în „Noul Catalog General“ (NGC) la nr. 2 129, se află la nu mai puțin de 7 300 de ani lumină. Să vă mai spun că există și roiuri perfect observabile, dar situate la 15 — 20 000 de ani lumină ? Exemplele abundă.

Vorbim însă de distanțe foarte mari, care se măsoară în ani lumină. V-am spus eu odată cît reprezintă anul lumină în kilometri — dar vreau să menționez acum, dacă nu ați aflat și singuri, cum se poate calcula această echivalență. Iată cît este de simplu :

Într-un an sînt 365 de zile și, rotund, 6 ore, adică 365,25 zile. Fiecare zi are 24 de ore — deci într-un an sînt $365,25 \times 24 = 8\,766$ ore. Și cum fiecare oră are cîte 60 de minute, iar fiecare minut are 60 de secunde, într-un an vom avea :

$$8\,766 \times 60 = 525\,960 \text{ minute}$$

respectiv :

$$525\,960 \times 60 = 31\,557\,600 \text{ secunde.}$$

Un calcul riguros, pornind de la durata anului de 365 zile, 5 ore, 48 minute și 46 secunde ne conduce la un număr de secunde puțin mai mic și anume de

$$1 \text{ an} = 31\,556\,926 \text{ secunde,}$$

adică cu o diferență de 674 secunde. Să luăm deci ultima valoare a anului exprimat în secunde. Cum viteza luminii, în cifră rotundă, este de 300 000 km pe secundă, înseamnă că, într-un an de zile, lumina străbate în linie dreaptă o distanță de

$$31\,556\,926 \times 300\,000 = 9\,467\,078\,000\,000 \text{ km}$$

adică 9 467 miliarde de kilometri...

(Inutil să-mi spuneți că viteza luminii în vid este doar de 299 792,458 km/s, în loc de 300 000. Diferența, la un calcul riguros, este de numai ... 6,549 387 536 miliarde de kilometri, adică ceva mai mult decît distanța medie dintre Soare și planeta Pluton ; dar ce contează 6 miliarde de kilometri față de aproape 10 mii de miliarde ?) Dar, după acest intermezzo matematic, hai să vedem mai departe cam ce se mai ascunde în spatele stelelor — de fapt, al depărtărilor.

În fond, nu se ascunde nimic. Vizibilitatea sau invizibilitatea unor aștri depinde de doi factori : strălucirea efectivă și distanța astrului respectiv. Astfel, cea mai apropiată stea față de Pămînt — în afară de Soare — steaua Proxima din constelația Centaurul, se află la numai 4 ani și aproape 4 luni lumină. Ea este invizibilă cu ochiul liber, fiind de aproape 17 000 de ori mai puțin strălucitoare decît Soarele. Combinînd distanța cu strălucirea absolută, veți găsi că, pe cer, Proxima apare cam de ... un milion două sute de mii de miliarde (!) de ori mai palidă decît Soarele ! Dar nu această comparație este cea mai potrivită — Soarele este și incomparabil mai aproape de noi decît Proxima. Voiam să vă spun, ca exemplificare, că steaua Sirius, din Cîinele Mare, este cam de două ori mai depărtată de noi decît Proxima — dar apare ca fiind cea mai strălucitoare

dintre toate stelele de pe cer : cauza rezidă în aceea că Sirius este de 22 de ori mai strălucitor decât Soarele. Și, dacă vreți, încă un exemplu. Steaua Rigel din constelația Orion este una dintre stelele cele mai strălucitoare de pe cer. Ea se află la nu mai puțin de 815 ani lumină față de noi, dar strălucirea ei reală este de 81 000 de ori mai mare decât cea a Soarelui !

De unde știm noi cit este de strălucitoare o stea — mă refer la strălucirea ei reală, adică aceea pe care ar avea-o, dacă ar fi situată la o anumită distanță ?

Pentru a explica acest lucru este suficient să facem o observație : pe o stradă, becurile iluminatului public au toate aceeași strălucire reală. Dar ele nu apar la fel de luminoase — cele mai apropiate par mai luminoase decât cele mai îndepărtate. Anume, dacă un bec se află la 100 m de noi, iar altul se află la 200 de metri — adică de două ori mai departe — cel de la 100 de metri apare de 4 ori mai strălucitor decât cel de al doilea. Iar față de unul situat la 300 de metri, deci de 3 ori mai depărtat, primul bec ne va apare de 9 ori (3^2) mai strălucitor decât acesta din urmă. Rezultă că strălucirea aparentă scade în raport de pătratul distanței. De aici se înțelege ușor că, dacă cunoaștem distanța unei stele și măsurăm strălucirea cu care ea ne apare pe cer — *magnitudinea aparentă* — vom putea calcula precis strălucirea ei reală, adică aceea pe care ar avea-o dacă ar fi situată la o anumită distanță. Depărtarea-etalon se ia egală cu 32,6 ani lumină, iar strălucirea stelelor plasate (imaginar !) la această depărtare se numește *magnitudine absolută*. Și ca exemplu, am să vă dau Soarele. Fiind situat la numai 8 minute și 19 secunde lumină (149 597 870 km), el

ne apare cu o strălucire orbitoare : magnitudinea sa aparentă este de $-26,72$ (semnul minus arată că magnitudinea sa este mai mare decât cea a stelelor-etalon de magnitudine zero). În schimb, dacă ar fi plasat la distanța-etalon de 32,6 ani lumină, magnitudinea sa aparentă ar fi de numai $+4,75$: aceasta este magnitudinea sa absolută — chiar dacă astrul zilei ni se pare a fi un uriaș focar de lumină ! Văzut de la 32,6 ani lumină, Soarele de-abia s-ar mai observa cu ochiul liber...

Iată-vă și în posesia unor elemente tehnice : ele sînt menite să vă explice de ce există aștri care se văd perfect cu ochiul liber, deși sînt foarte depărtați, în timp ce alții, care sînt mai apropiați, nu pot fi observați decât cu ajutorul celor mai mari instrumente. Acum însă, cu atît mai mult putem trece dincolo de stelele vizibile cu ochiul liber ; și după ce am vorbit despre roburile stelare, să spunem un cuvînt despre „materia gazoasă-pulverulentă“, existentă în spațiu.

Numele ne arată de la bun început despre ce este vorba. „Materie gazoasă“ ; deci este vorba de gaze. Nefiind specificată vreo formă, înseamnă că avem de-a face cu nori de gaze risipite în spațiul cosmic, în stare haotică. Iar cel de-al doilea termen : „pulverulentă“, ne arată, nimic mai simplu, că este vorba de pulberi, de praf cosmic. Pe scurt, vom avea a spune cîte ceva despre norii de pulberi și gaze, risipite printre stele, și care, cînd sînt vizibili, poartă numele de *nebuloase difuze*.

Examinată din punctul de vedere al nebuloaselor, zona cerului pe care ne-am propus-o este foarte bogată. Mai întîi, în partea centrală a constelației Orion, există un complex deosebit de nebuloase ; una, formată aproape exclusiv din pulberi, este si-

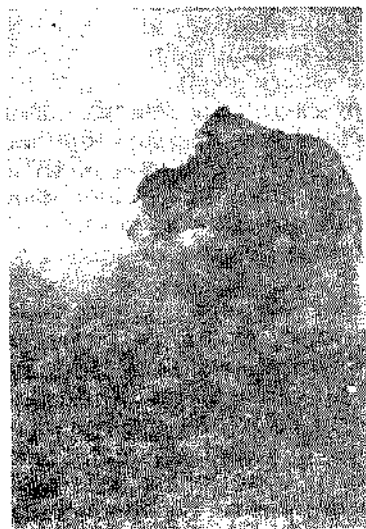


Fig. 23. Nebuloasa „Cap de cal”
din constelația Orion

luată la aproximativ 1 300 de ani lumină față de noi. Din cauza aspectului său, această nebuloasă *obscură* este cunoscută sub numele de nebuloasă „Cap de cal”; iată-o în figura noastră nr. 23. Și tot în această zonă se vede și o nebuloasă *mîrtă* — cu zone obscure și zone luminoase: este marea nebuloasă M.42, din constelația Orion, care este considerată chiar cea mai frumoasă dintre nebuloasele difuze.

Distanța ei este de vreo 1 600 de ani lumină și se întinde în spațiu pe depărtări uriașe, de peste 30 de ani lumină. Nici nu încerc să vă redau aici aspectul ei: este atât de complexă și cuprinde atîtea tonuri de lumină și culori de o extremă delicatețe, încît numai o *bună* fotografie o poate reda în toată frumusețea ei.

Nebuloasa M.42 din Orion nu este remarcabilă numai *prin* aspectul ei extraordinar. Ea prezintă o importanță deosebită pentru lămurirea diferitelor aspecte ale originii și evoluției stelelor. În fond, cu

toții știm că stelele se formează, evoluează și se distrug: nimeni nu mai crede în legenda naivă a stelelor veșnice, făurite de o forță supranaturală, la „facerea lumii”! Cum însă povestea vieții stelelor este deosebit de interesantă, vă propun să ne oprim ceva mai tirziu asupra ei; acum să continuăm cu diferitele categorii de aștri, pe care îi putem întîlni în nesfîrșire.

Vorbind despre Cloșca cu Pui, am arătat că ea este un exemplu de roi stelar galactic sau deschis. Există însă și o a doua categorie de roiuri stelare: cele *globulare*. Acestea sînt formate din mult mai multe stele decît primele; dacă în roiurile deschise pot fi întîlnite cîteva zeci pînă la cîteva sute de stele, în roiurile globulare se află cel puțin 50 pînă la 100 000 de stele — numărul lor putînd ajunge și la un milion. O altă deosebire este aceea că stelele din aceste roiuri nu se risipesc în spațiu cu timpul, ci rămîn grupate de-a lungul întregii lor existențe, de miliarde de ani. Iar cît privește numele de roiuri „globulare”, el se datorește faptului că toate stelele unui astfel de roi sînt adunate într-un domeniu sferic, adică ar putea fi cuprinse într-un glob — evident, de mari dimensiuni. Ca exemplu, vă voi spune că cele 130 de stele principale din roiul Cloșca cu Pui sînt risipite într-un spațiu larg de vreo 20 de ani lumină, iar cele 40 de Hyade ocupă un domeniu larg de peste 42 de ani lumină. În orice caz, și într-un roi și în celălalt, stelele sînt destul de rarefiate, distanțele dintre ele fiind de ordinul anilor lumină.

Cu totul altă este situația în roiurile globulare. De exemplu, unul dintre cele mai frumoase roiuri de acest tip — cel din constelația Centaurul — cuprinde cam 100 000 de stele, într-un domeniu sferic

cu diametrul de ceva mai mult de 300 de ani lumină. Nu este greu de aflat că distanțele *cele mai mari* dintre stele sînt aici de 3—4 ani lumină. Cum însă în zonele centrale stelele sînt cam de 50 pînă la 100 de ori mai numeroase pe unitatea de volum, rezultă că, în această zonă, distanțele între stele sînt de numai cîteva luni sau chiar cîteva săptămîni lumină. Ce reprezintă așa ceva pentru vreo planetă aflată pe acolo ? Lumină, lumină continuă, chiar mai puternică decît lumina primită de noi de la Soare. Iar dacă punem la socotcală și faptul că majoritatea stelelor din roiurile globulare au vîrste înaintate și sînt deci roșii sau roșii, o fantastică coloratură roșie-portocalie ar învălui în permanență un eventual peisaj planetar aflat în acele paragini...

Dragi prieteni, să știți că și Soarele nostru face parte, ca o stea ce este, dintr-un roi stelar : este așa-numitul *roi local*. Acesta este însă atît de dispersat și atît de sărac în stele, că practic nimeni nu mai vorbește despre el. În orice caz, cu nebuloasele și roiurile stelare, și ținînd cont de planete, sateliți, comete, care nu există numai în jurul Soarelui, am trecut în revistă cele mai importante tipuri de aștri și sisteme secundare de aștri. De ce secundare ? Pentru simplul fapt că există încă două trepte de organizare superioară a aștrilor, dacă nu chiar trei.

Prima treaptă o reprezintă cele mai mari conglomerate de aștri : *galaxiile*. Acestea sînt gigantice sisteme, care cuprind între cîteva sute de milioane și cîteva sute de miliarde de stele, grupate în roiuri sau independente ; lor li se adaugă nebuloasele și sistemele de aștri întunecați, existente în jurul multor stele (planete, sateliți planetari, comete ș.a.). Astfel, o galaxie este de fapt o unitate astrală care cuprinde toate categoriile de aștri, indiferent de

dimensiuni, vîrste sau stadii de evoluție. În fond, o galaxie poate fi asemuită cu o pădure : ea există prin existența componentelor : copaci, arbuști, alte vietăți. Acestea apar, evoluează, își încetează existența, în timp ce altele le iau locul : pădurea continuă să existe.

Dimensiunile galaxiilor sînt enorme. Cele mai mici dintre ele se întind pe nu mai mult decît 15—20 000 de ani lumină ; galaxiile, similare propriei noastre galaxii, au diametre de ordinul a 100 000 de ani lumină, iar galaxiile gigantice — ca, de exemplu, marea galaxie spirală din constelația Andromeda — depășesc în diametru 200 000 de ani lumină. La rîndul lor, distanțele dintre galaxii sînt, la scara măsurilor noastre, gigantice. De exemplu, de la galaxia noastră pînă la cea deja menționată — galaxia din Andromeda — distanța este de nu mai puțin de 2 300 000 ani lumină ! Și rețineți că este vorba de *cea mai apropiată* galaxie spirală ; dimensiunile și strălucirea ei reală fac ca ea să poată fi întrezărită cu ochiul liber, dacă știți unde să o cauți ; la planetariu o poți recunoaște ușor. Ea apare ca un mic norișor albastrui, ceșos, la limita vizibilității : un binoclu cit de mic o arată, incomparabil, mai bine.

Ajungem și la cea de a doua treaptă de organizare superioară a sistemelor astrale : *roiurile de galaxii*. După cum arată și numele, aceste sisteme sînt constituite din galaxii de toate tipurile (există trei tipuri principale de galaxii — *eliptice*, *spirale* și *neregulate*), între care există atracții reciproce, de aceea ele se mențin în sisteme de mari dimensiuni. Cel mai bun — și mai bine cunoscut — roi de galaxii, pentru exemplificare, îl constituie

„Sistemul local” de galaxii, care cuprinde și galaxia noastră. Într-un spațiu de ordinul a 8—9 milioane de ani lumină diametru sînt grupate vreo 23 de galaxii. Dintre ele, cele mai mari sînt: galaxia noastră, care este o galaxie spirală — și marea galaxie spirală din constelația Andromeda. Restul sînt galaxii mai mici — ca de exemplu, trei galaxii din constelația Ursa Mare, una în constelația Triunghiul etc. Dar, vorbind de... „galaxiile din Ursa Mare”, mă veți întreba: „Ce înseamnă acestea?”

Ei bine, uitați-vă la fotografia din fig. 24. Ea reprezintă o galaxie spirală din constelația Ursa Mare, așa cum apare pe fotografiile obținute cu ajutorul marilor instrumente astronomice. Stelele care se văd, fac parte din propria noastră galaxie, fiind situate la cîțiva ani sau cîteva zeci de ani lumină — în timp ce galaxia respectivă se află la peste 7 milioane de ani lumină. Este ca și cum ne-am uita pe o fereastră, la peisajul exterior. Componentele ferestrei ar simboliza stelele din propria noastră galaxie; iar ceea ce vedem afară — case, copaci etc. — ar aparține spațiului „extragalactic”, reprezentînd alte galaxii din ce în ce mai îndepărtate.

Se pare că rolurile de galaxii nu reprezintă forma cea mai complexă de organizare a sistemelor astrale: numeroși astronomi vorbesc de îngrămădiri sau „*roii de roiuri*” de galaxii. De exemplu, Sistemul local de galaxii, împreună cu alte sisteme, ar aparține unui gigantic suprasistem, care ar avea, în centrul său, marele roi de galaxii din direcția constelației Coșita Berenicei, situat la cea 70 de milioane de ani lumină față de noi. Supersisteme de acest gen par să mai existe — cum ar fi cele din constelațiile: Leul (la 170 de milioane de ani lumină),

Bouarul (la 330 milioane de ani lumină), Ursa Mare (la 360 milioane de ani lumină) ș.a.

Vorbînd despre astfel de distanțe uriașe, în cadrul unui spectacol de planetariu sau al unei conferințe, nu o dată mi s-a pus întrebarea: „Care este cel mai îndepărtat astru cunoscut?”

Răspunsul este și ușor, dar și greu. Ușor, folosînd informațiile publicate în cele mai recente lucrări de speciali-

tate; greu, pentru că, față de astfel de depărtări, cifrele sînt mai puțin sigure, adică trebuie luate în considerare cu un anumit grad de aproximație. Astfel, în zilele cînd scriu aceste rînduri (februarie 1988), cea mai îndepărtată galaxie cunoscută este considerată o asemenea cetate astrală, situată în direcția constelației Hercule: ea se află la o distanță estimată la 11,6 miliarde de ani lumină. Există însă o categorie de aștri a căror natură este încă subiect de discuții: *quasarii*. După unele ipoteze recente, *quasarii* ar fi nucleele extrem de strălucitoare ale



Fig. 24. Galaxie vizibilă în constelația Ursa Mare

unor galaxii gigantice. Indiferent însă de natura lor, quasarii sînt cei mai îndepărtați aștri cunoscuți. În acest moment, cel mai îndepărtat quasar cunoscut este cel desemnat prin indicativul Q 0000-26. Situat la limita dintre constelațiile Balena și Sculptorul, astrul se află la o distanță estimată de 13—14 miliarde de ani lumină față de noi — distanță care, în kilomeiri, se scrie în felul următor :

123 074 600 000 000 000 000 000 km

sau, în forma matematică uzuală pentru cifre mari :
 $1,230\,746 \times 10^{23}$ km.

Nu știu ce vă pot spune cifrele de mai înainte — în fond un milion sau zece miliarde de ani lumină, intuitiv e cam același lucru. Dar să ne gîndim puțin la înțelesul unor astfel de cifre, foloînd un element de comparație.

Cercetările astronomice au arătat că Pămîntul nostru s-a format ca planetă, în urmă cu aproximativ 4,5 miliarde de ani, în timp ce Soarele s-a constituit ca stea, acum 5 miliarde de ani. Atunci, în comparație cu aceste vîrste, ce înseamnă 13 miliarde de ani lumină ?

Iată, la un moment dat, cu 13 miliarde de ani în urmă, o rază de lumină plecă de la quasarul atît de îndepărtat. Și timp de 8 miliarde de ani, ea a zburat într-o direcție — în direcția noastră, a celor de acum și de aici... fără ca nici măcar Soarele să fi existat :

*„...Un cer de stele dedesupt,
Deasupra-i cer de stele —
Părea un fulger nentrerupt
Rătăcitor prin ele.”*

(M. Eminescu — *Luceafărul*)

S-a format Soarele ca stea, dar planetele erau încă aglomerări informe de materie : raza de lumină călătorea mereu. Au mai trecut vreo 500 de milioane de ani și Pămîntul a ajuns la stadiul de planetă pe deplin formată : lumina își continua zborul prin spații. Și au mai trecut încă vreo 1,5 miliarde de ani : pe planeta noastră au apărut primii germeni de viață. Neobosită, raza de lumină a quasărului străbătea distanțele spre o planetă, pe care viața de-abia își făcea apariția.

Și așa au trecut mii și mii de veacuri ; treptat, viața de pe Pămînt a cucerit uscatul și apoi văzduhul, dînd la iveală nenumărate specii. Unele dintre ele au dispărut, iar altele au supraviețuit evoluînd spre forme superioare. Numai lumina quasărului rămînea aceeași, fulgerînd genurile spre o țintă — un punct în Univers pe care nu ea l-a ales, pe o direcție aproape mereu aceeași.

Au trecut sute și sute de milioane de ani. Evoluția permanentă a formelor de viață terestră a dus la apariția omului — această ființă ce avea să populeze întreaga planetă, de la ecuator la poli, devenind stăpînul ei. Ființă gînditoare, omul și-a făurit unelte, mecanisme, instrumente și aparate tot mai perfecționate. Și, la un moment dat, într-un observator astronomic, un cercetător a fotografiat un quasar : de-abia atunci, raza de lumină, plecată din străfundurile spațiului, se oprea pe pelicula fotosensibilă, formînd acolo imaginea fantasticului astru de la care plecase...

Mai există oare quasarul de la care a plecat acea rază ? Nu știu ; căci :

*„...Poate de mult s-a stins în drum
În depărtări albastre,*

*Iar raza ei abia acum
Luci vederii noastre..."*

(M. Eminescu — *La steaua*)

Am încercat să vă dau o imagine cit de cit a imensității spațiului accesibil astăzi instrumentelor noastre: miine, cu altele și mai perfecționate, vom pătrunde și mai adinc în spațiu. Dar se poate oare da o imagine ușor de înțeles a nesfârșirii ?...

POVESTEA UNEI STELE...

Nici de data aceasta nu voi începe cu „a fost odată...“, mai ales că nu a fost doar o dată, ci de milioane și milioane de ori, după cum și de aici înainte va fi de nenumărate ori. Ce a fost? Un nor cosmic — o nebuloasă mixtă, adică formată din pulberi cosmice și gaze rarefiate, de mii de ori mai rarefiate decât atmosfera terestră, aici, la sol.

Ca multe alte mii de nebuloase, și cea despre care discutăm acum se întindea în spațiu printre stele, pe distanțe de ani lumină, mai densă, mai îngrămadită în unele regiuni, mai rarefiată în altele.

Văzută de la mari depărtări, nebuloasa apărea luminoasă în unele zone și complet întunecată în altele. Dacă vreți, ea nu era prea mult deosebită,

față de cea reprezentată în figura noastră nr. 25. Și la fel ca aceasta, ea apărea luminoasă acolo unde existau în preajmă stele mai strălucitoare, care provocau gazele să emită o lumină specifică. Iar zonele întunecate, formate mai ales din pulberi, erau fie depărtate de stele a căror lumină ar fi putut-o reflecta, fie că pulberile erau atât de dense încât absorbau și opreau lumina stelelor, astfel că un privitor vedea acolo un fel de hău negru, lipsit de stele.

De milioane de ani, gazele și pulberile nebuloasei se mișcau la întâmplare, precum gizele în bătaia vântului. Dar în unele zone, mai apropiate de stele foarte strălucitoare, adevărate uragane de lumină, căldură și componente atomice electrizate, parcă suflau în norii nebuloasei, aruncându-i la mari depărtări. În felul acesta, în multe locuri din nebuloasă începeau să se formeze aglomerări de materie tot mai mari; iar o dată cu creșterea lor, creștea și for-

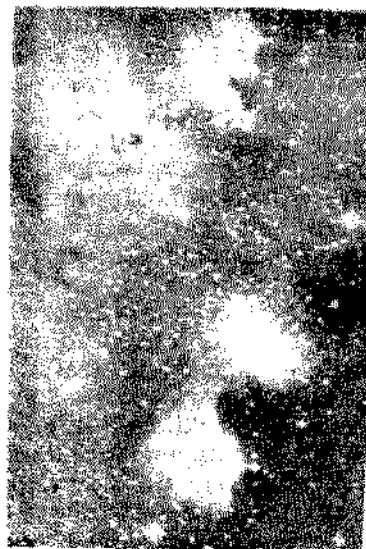


Fig. 25. Nebuloasă mixtă

*Iar raza ei abia acum
Luci vederii noastre..."*

(M. Eminescu — *La steaua*)

Am încercat să vă dau o imagine cit de cit a imensității spațiului accesibil astăzi instrumentelor noastre: miine, cu altele și mai perfecționate, vom pătrunde și mai adinc în spațiu. Dar se poate oare da o imagine ușor de înțeles a nesfârșirii?...

POVESTEA UNEI STELE...

Nici de data aceasta nu voi începe cu „a fost odată...“, mai ales că nu a fost doar o dată, ci de milioane și milioane de ori, după cum și de aici înainte va fi de nenumărate ori. Ce a fost? Un nor cosmic — o nebuloasă mixtă, adică formată din pulberi cosmice și gaze rarefiate, de mii de ori mai rarefiate decât atmosfera terestră, aici, la sol.

Ca multe alte mii de nebuloase, și cea despre care discutăm acum se întindea în spațiu printre stele, pe distanțe de ani lumină, mai densă, mai îngrămadită în unele regiuni, mai rarefiată în altele.

Văzută de la mari depărtări, nebuloasa apărea luminoasă în unele zone și complet întunecată în altele. Dacă vreți, ea nu era prea mult deosebită,

față de cea reprezentată în figura noastră nr. 25. Și la fel ca aceasta, ea apărea luminoasă acolo unde existau în preajmă stele mai strălucitoare, care provocau gazele să emită o lumină specifică. Iar zonele întunecate, formate mai ales din pulberi, erau fie depărtate de stele a căror lumină ar fi putut-o reflecta, fie că pulberile erau atât de dense încât absorbau și opreau lumina stelelor, astfel că un privitor vedea acolo un fel de hău negru, lipsit de stele.

De milioane de ani, gazele și pulberile nebuloasei se mișcau la întâmplare, precum gizele în bătaia vântului. Dar în unele zone, mai apropiate de stele foarte strălucitoare, adevărate uragane de lumină, căldură și componente atomice electrizate, parcă suflau în norii nebuloasei, aruncându-i la mari depărtări. În felul acesta, în multe locuri din nebuloasă începeau să se formeze aglomerări de materie tot mai mari; iar o dată cu creșterea lor, creștea și for-

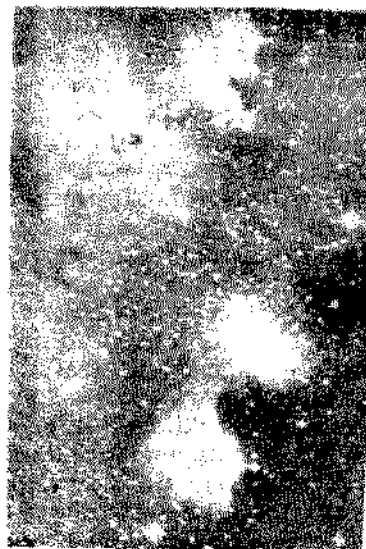


Fig. 25. Nebuloasă mixtă

la de atracție exercitată în jur — deci încă o cale de creștere a aglomerărilor.

Cu timpul, adică de-a lungul milioanei de ani, tot mai mari se făceau aceste „pachete“ de pulberi și gaze : ele ajungeau mai mari, depășind ca dimensiune principală câteva miliarde de kilometri ; în același timp, treptat, ele începeau să ia formă aproximativ sferică. Neștiute de nimeni, aceste aglomerări au fost totuși descoperite de ochii scrutători ai astronomilor, care le-au denumit „globule negre“.

Se petrecea un lucru cu globulele negre. Chiar dacă ele sînt formate din pulberi și gaze rarefiate, din cauza apăsării straturilor exterioare, în zonele centrale ale globulelor, presiunile cresc treptat — de la câteva kilograme pe metrul pătrat, la mii de tone pe centimetrul pătrat. Dar potrivit unor binecunoscute legi din fizică, pe măsură ce crește presiunea, crește și temperatura. Ajungînd la valori de câteva milioane de grade și sub presiuni enorme, au început reacții termonucleare : este vorba de reunirea unor nuclee atomice ușoare, care formează nuclee mai grele sau, cum se spune, *reacții de fuziune nucleară*. La rîndul lor, aceste prime reacții, odată declanșate, creșterea temperaturii este foarte rapidă și duce, implicit, la „incendierea“ întregii globule care, astfel, începe să radieze căldură, o lumină roșiatică — în general energie, pe care singură o produce : s-a născut o stea !

În primele milioane de ani de existență, steaua este încă total nestabilă ; în primul rînd, ea trebuie să se elibereze de pulberile și gazele care o mai înconjoară de departe. Suflul fierbinte al stelei ajunge treptat să risipească această adevărată ceață : în acest timp, un observator din afară va găsi

mari variații de strălucire ale stelei (numită în acest stadiu, *protostea*), ca și faptul că ea emite mari cantități de căldură. Treptat însă, lucrurile se „normalizează“. Steaua trece de la o culoare roșie spre portocaliu, apoi galben — eventual, dacă este mai mare, devine albă sau chiar alb-albastră — ajungînd în perioada existenței sale liniștite. Prin excelență, în acest stadiu steaua transformă, prin reacții de fuziune, hidrogenul în heliu.

Intrată în perioada liniștită a existenței sale, o stea răspîndește în jur, mereu, o aceeași cantitate de energie — lumină, căldură, alte radiații. Și chiar dacă ea mai are unele manifestări „de forță“, acestea nu influențează decît foarte puțin asupra puterii de radiație a stelei adică, practic, cu totul inobservabil. De exemplu, și Soarele care se află în faza liniștită a existenței de aproape 4 miliarde de ani, se manifestă deseori prin puternice erupții — în fond un fel de gigantice explozii — prin celebrele *pete solare*, ca și prin alte fenomene. Acestea nu au însă influență asupra cantității de energie răspîdită de Soare ; toate cercetările efectuate arată că asupra Pămîntului, ca și asupra tuturor celorlalte corpuri cosmice din sistemul solar, s-au revărsat de miliarde de ani aceleași binefăcătoare valuri de energie care, la noi pe Pămînt, au permis apariția și dezvoltarea sub atitea forme, a vieții. Și, dacă vorbim de aceste lucruri, nu mă pot opri să vă spun că temerile unora care încă și acum mai cred că Soarele se va stinge în viitorul apropiat (alții vorbesc de o iminentă explozie !), nu au nici un fel de temelie științific : faza liniștită a existenței Soarelui va continua încă multă, multă vreme, după cum vom arăta în cele ce urmează.

Faptul că în viața stelelor există această fază, denumită de astronomi *fază liniștită*, este deosebit de important. Pentru că, în această perioadă, dacă există anumite condiții (și vom vedea imediat despre ce este vorba), acum se pot dezvolta forme de viață, ființe raționale, pe planetele din preajma lor. În legătură cu acestea, iată cum stau lucrurile :

În nebuloasa de origine a stelei — mai precis a stelelor, că într-una și aceeași nebuloasă se formează mai multe stele — se formează și globule mai mici, mai ales în preajma globulelor mai mari, tocmai prin acea acțiune de „sufiu” stelar, caracteristic primelor faze din existența stelelor. Acestea formează, într-un interval de timp oarecare, corpuri întunecate și reci, care vor rămâne în jurul tinerele stele — în fond, aleluind sisteme planetare.

Atita timp cit steaua abia formată aruncă în spațiu cind prea multă energie, cind prea puțină, pe planetele din preajmă viața nu poate apare. Dar cind se ajunge la faza liniștită, implicit apare în preajma stelei o zonă, unde nu e nici prea cald, dar nici prea frig ; unde razele ultraviolete, distrugătoare de materie vie, nu sint atit de violente — pe scurt, undeva în jurul stelei se va găsi această zonă optimă, deosebit de favorabilă apariției și dezvoltării vieții : ea este cunoscută sub numele de *ecosferă*. Iar dacă în această zonă există și o planetă care întrunește cit de cit condiții favorabile — să aibă o cantitate apreciabilă de apă și un înveliș de gaze — materia vie se va dezvolta din materie nevie. Vor apare mai intii forme de viață dintre cele mai simple, care se vor transforma de-a lungul mililor de veacuri, dind la iveală ființe tot mai complexe. Și într-un tirziu, vor apare și ființe dintre cele mai perfecționate, gînditoare, pe care, dacă

vreți, le putem numi oameni... Iată de ce se socoțeste că, în lumea nesfîrșită a astrilor, trebuie să existe o mulțime de civilizații extraterestre : în prezent se desfășoară cercetări dintre cele mai atente, doar-doar vom reuși să descoperim astfel de societăți civilizate cu care să intrăm în legătură.

Dar să revenim la ceea ce discutăm mai înainte : la viața stelelor.

Trec miliarde de ani. Aidoma unui nesecat izvor de energie, steaua aruncă neobosită în jurul ei valuri uriașe de căldură și lumină, particule electrizate... În adîncurile ei, hidrogenul este mereu consumat, pentru formarea heliului : acest proces este izvorul principal al energiei răspîndite de stele în faza liniștită a existenței lor. Dar, mai devreme, pentru stelele mari și foarte mari, respectiv, mai tirziu, pentru stelele mici și foarte mici, faza liniștită de existență ia sfîrșit. Încep o serie întreagă de transformări în interiorul stelei, care își mărește treptat volumul. Și chiar dacă în zonele centrale ale astrului temperatura crește, ajungînd la sute de milioane de grade, temperatura pe suprafață scade, astfel că astrul devine roșu-portocaliu sau chiar roșu : steaua a devenit o *gigantă roșie*, a cărei evoluție începe să se precipite. Anume, la un moment dat, printr-o formidabilă explozie, steaua trece rapid într-un nou stadiu al existenței sale. Prin această veritabilă catastrofă cosmică, o bună parte din învelișurile exterioare ale stelei sint aruncate în spațiu, cu viteze de mii de kilometri pe secundă ; în același timp, straturile mai profunde ale astrului se prăbuesc spre centrul acestuia. În toată această perioadă — de altfel foarte scurtă (cîteva zile cel mult), strălucirea stelei crește de milioane și zeci de milioane de ori față de cea inițială ; dar

această uriașă făclie cosmică nu durează, cum spunem, prea mult : treptat, de-a lungul citorva sute de zile, astrul revine la strălucirea inițială.

În timp ce gazele fierbinți, aruncate în spațiu, se risipesc treptat, steaua explodată — mai bine zis, ceea ce a rămas din ea — evoluează repede spre o formă bine definită : o stea pitică albă, un „pulsar“, sau o „gaură neagră“. O stea pitică albă, după cum arată și numele, este o stea mică, ce mai luminează pe măsură ce se strânge asupra ei însăși — fenomen ce poartă numele de *contracție gravitațională*. Și, după un timp oarecare, de ordinul sutelor de milioane de ani, steaua treptat se stinge, aidoma unui cărbune consumat, rămânind un corp întunecat ce rătăcește prin spațiu.

Un pulsar are alte surse de energie care îl mențin în stadiul de izvor de energie — evident, cantitativ mult mai mică decât înainte de explozie. Ceea ce este însă caracteristic pentru un astfel de astru este, o dată cu dimensiunile sale (numai 10—15 km diametru !), viteza fantastică de rotație în jurul axei proprii : sînt pulsari care se rotesc în jurul axelor proprii de 500, 600 sau chiar peste 800 de ori pe secundă ! Deși aceste extraordinare viteze de rotație axială au fost ușor explicate, alte fenomene — un fel de pulsații de unde radioelectrice, de exemplu — sînt mai greu explicate și, în momentul de față, avem formulate doar ipoteze.

Cu atît mai mult, în ce privește „găurile negre“ sau aștrii negri (Black Holes, în limba engleză) sîntem în domeniul ipotezelor. În fond aceste „găuri negre“ sînt aștri care... nu mai sînt aștri ! Nu îi vedem și totuși există ; și ca să nu credeți cine știe ce, vă voi spune că este vorba de aștri pe a căror suprafață (dacă putem spune că au așa ceva) forța

de atracție este atît de mare încît nici raza de lumină nu mai poate pleca de acolo. Un exemplu poate va ușura înțelegerea.

Ca să plece de pe Pămînt în spațiul interplanetar, o rachetă trebuie să învingă forța de atracție a Pămîntului. Aceasta poate fi învinsă, fie prin acțiunea continuă a motoarelor rachetei, pe circa 900 000 km, fie prin atingerea, repede, a unei anumite viteze ; această viteză este numită *cea de a doua viteză cosmică* și, la suprafața Pămîntului, ea este de 11,2 km pe secundă. Altfel spus, dacă un proiectil — o rachetă sau pur și simplu, o piatră — este lansat de pe sol cu această viteză, el nu mai recade pe Pămînt, ci se depărtează la nesfîrșit în spațiu.

Cu cît corpul de pe care se pleacă este mai masiv, cu atît valoarea celei de a doua viteze cosmice este mai mare. De exemplu, pentru a pleca de pe Soare, o rachetă (imaginară, că nu putem ajunge acolo — ne vaporizăm din cauza căldurii !) ar avea nevoie de o viteză de 617 km pe secundă. Ei, bine, în cazul „găurilor negre“, cea de a doua viteză cosmică este de... 300 000 km pe secundă, la limită, adică egală cu viteza luminii. Aceasta este situația în care mai putem vedea un astfel de astru ; dar imediat mai jos, adică pe suprafața propriu-zisă, viteza a doua cosmică este mai mare de 300 000 km pe secundă. Cum nici un fel de particulă materială și nici chiar lumina sau undele radioelectrice nu pot avea viteze mai mari decît cei 300 000 km pe secundă, rezultă că nimic nu mai poate pleca în spațiu : iată explicația faptului că „găurile negre“ există și nu le putem vedea. Avem însă, din fericire, alte metode de a descoperi acești aștri, astfel că, în momentul de față, cunoaștem cîteva „găuri

negre", dar atât de puține sînt lucrurile pe care le știm despre ele, că mai avem mult, mult de cercetat, pînă să putem spune că le cunoaștem...

Iată un scenariu ce vă înfățișează, pe scurt, viața unei stele. După cum vedeți, puține sînt evenimentele ce o marchează. Ele sînt mai rapide în primele faze ale existenței astrului, ca și în cele finale, care duc la transformarea stelei într-unul dintre aștrii pe care i-am prezentat puțin mai înainte. Și chiar dacă v-am prezentat acest „scenariu” cu o serie de simplificări — nu sîntem la un curs universitar de evoluție a stelelor! — se vede că în majoritatea existenței unei stele domnește un soi de „calm plat” — cum ar spune un vechi corăbier. Dar, în definitiv, cît durează existența, viața unei stele?

Poate să vă pară curios, dar, cu cît astrul este mai mare, mai masiv, cu atît viața sa este mai scurtă. Cauza este aceea că stelele masive răspîndesc în jurul lor fantastice cantități de energie, chiar în faza liniștită — drept care ele se consumă, dacă putem spune așa, foarte repede. În trecut fie spus, la stelele masive nici nu avem o ecosferă, astfel că în jurul lor nu poate fi vorba de o posibilitate de apariție și dezvoltare a vieții. Stelele mici însă — așa-numitele *pitice* și *subpitice* — sînt... mai economice: ele răspîndesc cantități moderate de energie, astfel că tocmai acestea sînt cele care dăinuiesc mai mult. Prin urmare, sînt stele masive, care au o fază liniștită de numai 2—3 milioane de ani, în timp ce stelele similare Soarelui se găsesc în această stare, timp de 7—10 miliarde de ani; cît privește stelele subpitice, acestea pot depăși ca durată a fazei lor liniștite, 12—14 miliarde de ani. În schimb, puterea lor de radiație, cantitatea de energie pe care o răspîndesc în spațiu este mult prea

redușă pentru a exista o ecosferă convenabilă — respectiv o zonă favorabilă apariției și dezvoltării formelor de viață. Dar, pentru că am spus aici ceva despre posibilitatea vieții: există cumva ființe extraterestre?

Iată o întrebare care revine foarte, foarte des în discuțiile pe care le am în planetariu sau cu alte ocazii. Asta cu atît mai mult cu cît se vorbește atît de des de OZN-uri, de „micuții oameni verzi”, care ar fi ajuns pe Pămînt...

Să știți că problema este departe de a fi rezolvată. Și fără să am intenția de a dezvolta aici o discuție pe această temă, pot să vă spun că, în rîndurile specialiștilor, ideea este aceea că, în infinitatea Universului, *trebuie* și *există* alte civilizații, în afara civilizației de pe planeta noastră. Dar de la ideea existenței, la aceea a posibilității de a stabili legături... hei, este o mare distanță. Deși astăzi există proiecte bine puse la punct și deja aplicate, ca, de exemplu, proiectul internațional SETI — nu am ajuns să găsim nici o civilizație extraterestră — bineînțeles, pînă acum. La rîndul ei, convingerea că există astfel de civilizații nu a apărut în urma „furfuriilor zburătoare”! Ea a apărut ca urmare a descoperirii în norii de pulberi și gaze ai nebuloaselor, a numeroase substanțe cu caracter complex, dintre care multe constituie componente apropiate ale materiei vii. Or, dacă dintr-o astfel de nebuloasă se formează stele — în preajma cărora se formează și planete, rezultă că astfel de substanțe intră în componența planetelor (în stele, ele se distrug, în urma încingerii lor la temperaturi înalte). Iar dacă o astfel de planetă se formează în ecosfera stelei, este normal ca aici substanțele complexe să devină

treptat componente ale unei materii de structură complicată care, prin procese în parte binecunoscute de biologi, va ajunge în stadiul de materie vie și, de aici, în timp, se poate ajunge la ființe raționale... Iată, în esență, pe ce ne bazăm; să fim însă puțin realiști și să cercetăm cu toată atenția și seriozitatea diferitele informații, care caută să ne arate cum că Pământul a fost — sau este (!) — vizitat de extraterestri...

Sper că ați avut destulă răbdare ca să mă urmăriți pînă acum. Dar nu m-aș mira dacă unul sau mai mulți dintre voi m-ar întreba în acest moment — „ce legătură este între povestea adevărată a existenței stelelor și cerul planetariului?”

Este; este, în primul rînd pentru că unde altundeva decît în această cetate a stelelor putem vorbi mai concret despre aceste lucruri? Este, mai ales dacă veți remarca faptul că, mai ales pe cerul real, stelele nu au toate aceeași culoare. Unele sînt roșiatice, altele gălbui-aurii, altele alb-albastre... După cum, cu siguranță că știți, culorile stelelor sînt un rezultat al temperaturilor de pe suprafețele acestora. Astfel, stelele roșii au temperaturi de ordinul a $3\,000^{\circ}$; cele galbene, ca Soarele — în jur de $6\,000^{\circ}$, iar cele alb-albastre ajung și chiar depășesc $12\,000^{\circ}$. Dar, după cele pe care vi le-am spus, puteți deduce ușor că și vîrstele stelelor au un cuvînt de spus în culorile acestora. Cele roșii pot fi stele extrem de tinere sau foarte bătrîne, în timp ce restul pot fi în faze mai timpurii sau mai tîrzii ale existenței — în orice caz, în plină maturitate. Or cum toate aceste rezultate pornesc de la observații, iată legătura: primele voastre observații, cu recunoașterea stelelor, pot fi încununare cu deplin succes la... planetariu. În fond și în astronomie, ca și în oricare

altă disciplină științifică, se pornește de la observații; urmează ipoteza, verificarea ei repetată, teoria, și, în final, acumularea noilor cunoștințe, adăugarea lor la tezaurul deja existent. Așa că, ...tot la planetariu vă sfătuiesc să începeți acumularea cunoștințelor astronomice...

DIN NOU PE MELEAGURI CUNOSCUTE

Sînt sigur că terminînd de citit paginile precedente, măcar unii dintre voi ați rămas puțin pe gînduri. „Universul cunoscut — v-ați spus singuri — e totuși imens: să ajungi cu privirea la miliarde de ani lumină, iată ceva ce, numai cu 100 de ani în urmă, nici nu se bănuia. Iar ca să scrii povestea vieții unei stele, ei, bine, chiar că pare a fi o poveste!”

Aveți toate motivele să gîndiți așa. Cercetarea științifică a descoperit lucruri cu totul neașteptate, reușind în același timp să înfăptuiască visuri dintre cele mai îndrăznețe — între care zborul omului în imensitatea spațiului cosmic nu este nici ultimul și nici cel din urmă.

De aceea, cu atît mai curios apare faptul că astăzi, cînd oamenii s-au avîntat pînă la Lună și se pregătesc să zboare prin spații, cu mult mai departe, astăzi cînd invizibilul atom este pus să slujească

treptat componente ale unei materii de structură complicată care, prin procese în parte binecunoscute de biologi, va ajunge în stadiul de materie vie și, de aici, în timp, se poate ajunge la ființe raționale... Iată, în esență, pe ce ne bazăm; să fim însă puțin realiști și să cercetăm cu toată atenția și seriozitatea diferitele informații, care caută să ne arate cum că Pământul a fost — sau este (!) — vizitat de extraterestri...

Sper că ați avut destulă răbdare ca să mă urmăriți pînă acum. Dar nu m-aș mira dacă unul sau mai mulți dintre voi m-ar întreba în acest moment — „ce legătură este între povestea adevărată a existenței stelelor și cerul planetariului?”

Este; este, în primul rînd pentru că unde altundeva decît în această cetate a stelelor putem vorbi mai concret despre aceste lucruri? Este, mai ales dacă veți remarca faptul că, mai ales pe cerul real, stelele nu au toate aceeași culoare. Unele sînt roșiatice, altele gălbui-aurii, altele alb-albastre... După cum, cu siguranță că știți, culorile stelelor sînt un rezultat al temperaturilor de pe suprafețele acestora. Astfel, stelele roșii au temperaturi de ordinul a $3\,000^{\circ}$; cele galbene, ca Soarele — în jur de $6\,000^{\circ}$, iar cele alb-albastre ajung și chiar depășesc $12\,000^{\circ}$. Dar, după cele pe care vi le-am spus, puteți deduce ușor că și vîrstele stelelor au un cuvînt de spus în culorile acestora. Cele roșii pot fi stele extrem de tinere sau foarte bătrîne, în timp ce restul pot fi în faze mai timpurii sau mai tîrzii ale existenței — în orice caz, în plină maturitate. Or cum toate aceste rezultate pornesc de la observații, iată legătura: primele voastre observații, cu recunoașterea stelelor, pot fi încununare cu deplin succes la... planetariu. În fond și în astronomie, ca și în oricare

altă disciplină științifică, se pornește de la observații; urmează ipoteza, verificarea ei repetată, teoria, și, în final, acumularea noilor cunoștințe, adăugarea lor la tezaurul deja existent. Așa că, ...tot la planetariu vă sfătuiesc să începeți acumularea cunoștințelor astronomice...

DIN NOU PE MELEAGURI CUNOSCUTE

Sînt sigur că terminînd de citit paginile precedente, măcar unii dintre voi ați rămas puțin pe gînduri. „Universul cunoscut — v-ați spus singuri — e totuși imens: să ajungi cu privirea la miliarde de ani lumină, iată ceva ce, numai cu 100 de ani în urmă, nici nu se bănuia. Iar ca să scrii povestea vieții unei stele, ei, bine, chiar că pare a fi o poveste!”

Aveți toate motivele să gîndiți așa. Cercetarea științifică a descoperit lucruri cu totul neașteptate, reușind în același timp să înfăptuiască visuri dintre cele mai îndrăznețe — între care zborul omului în imensitatea spațiului cosmic nu este nici ultimul și nici cel din urmă.

De aceea, cu atît mai curios apare faptul că astăzi, cînd oamenii s-au avîntat pînă la Lună și se pregătesc să zboare prin spații, cu mult mai departe, astăzi cînd invizibilul atom este pus să slujească

progresului omenirii, mai sînt încă oameni, care rămîn la vechile credințe, referitoare la existența unor forțe ascunse ce ar domina întreg Universul. Aceștia sînt cei care se sperie de apariția vreunei comete sau consideră eclipsele de Soare și de Lună drept „semne cerești“ ale unor apropiate nenorociri. Ei nu caută să afle care este adevărul; ba mai mult, orbi și surzi la ceea ce se petrece în jurul lor, ei resping cu încăpăținare ceea ce știința le pune la dispoziție. În schimb, nu refuză avantajele unei locuințe moderne, cele oferite de o călătorie cu trenul sau avionul...

Stați puțin, nu vă mirați de cele pe care vi le-am spus acum! Că tot de planetariu se leagă și aceste lucruri: un retrograd dintre aceștia susținea sus și tare, cu ocazia unei recente eclipse de Lună, observate și la noi, că... vom avea moline, — culoarea roșie închisă a Lunii eclipsate prevestind, după părerea lui, astfel de neajunsuri. Dar, pînă ce să intervin eu cu argumente științifice, un pionier venit la observator împreună cu mulți alții, pentru a observa fenomenul, l-a întrebat: „Cum explici însă dumneata faptul că astronomii socotesc cu zeci și zeci de ani înainte momentele exacte cînd vor avea loc, cum și unde se vor vedea eclipse? Ar însemna că astfel să avem și posibilitatea să știm exact cînd și unde s-ar putea produce fapte nedorite și să luăm din timp măsuri de apărare! Mai mult, eclipsele nu se văd de pe tot Pămîntul, ci numai din anumite locuri; înseamnă că numai în acele locuri ar putea avea loc nenorociri?“

A încercat omul nostru să răspundă ceva, dar mai mult a mormăit niște cuvinte, fără ca vreunul dintre cei peste 80 de vizitatori — tineri și mai puțin tineri, bătrîni — să priceapă ceva. Încă cineva din-

tre cei prezenți i-a spus că mai bine ar urmări fenomenul — care, într-adevăr, era de o rară frumusețe — decît să vină „...cu povești pe care nici copiii care de-abia învață să îneargă, nu le mai cred!“ În fond, ar fi fost atît de ușor să afle adevărul! Un spectacol de planetariu — în speță cel intitulat „Luna și eclipsele“, pe care îl avem continuu în repertoriu — era suficient ca să-și dea seama unde este adevărul și unde este legenda născută din neștiință. Ar fi văzut cu această ocazie cum Luna, la o eclipsă de Lună, traversează umbra Pămîntului și...

Vă rog să mă scuzați. Eram gata de a începe să vă explic mecanismul eclipselor — dar la timp mi-am dat seama că voi îl cunoașteți încă de multă vreme. Mai bine — zic eu — hai să cercetăm împreună unele lucruri mai puțin cunoscute, în legătură cu aceste impresionante fenomene cosmice. De exemplu, de ce în cazul eclipselor de Soare, în primul rînd, acestea nu se văd de pe întreaga suprafață a Pămîntului, care are Soarele deasupra orizontului? În al doilea rînd, care este motivul pentru care eclipsele de Soare apar parțiale, totale sau inelare? În fine, după aceea, vă propun să ne ocupăm puțin și de eclipsele de Lună — mai precis să ne explicăm coloratura atît de frumoasă și de impresionantă a Lunii eclipsate, în special în cazul eclipselor totale.

Ca să ne explicăm aceste elemente, va fi nevoie în primul rînd să ne amintim cîteva date, după cum urmează:

— distanța mijlocie de la Pămînt la Soare: 149 598 870 km. Ea poate să scadă la 147,1 milioane km, cînd Pămîntul trece la periheliu, sau să

crească la 152,1 milioane km, cînd planeta noastră trece la afeliu ;

— distanța Lunii față de Pămînt : 384 403 km ; și aceasta poate ajunge la numai 363 300 km cînd Luna trece la perigeu — adică la cea mai mică distanță față de noi —, sau poate crește pînă la 405 500 km, cînd satelitul natural al planetei noastre trece la maxima distanță față de noi — la apogeu ;

— diametrul Soarelui : 1 391 000 km ;

— diametrul Lunii : 3 476 km, adică de 400,2 ori mai mic decît diametrul Soarelui și de 3,67 ori mai mic decît cel al Pămîntului.

Acum să facem raportul între distanța maximă a Soarelui față de Pămînt și cea minimă a Lunii : aceasta este situația în care Soarele ne apare cu cel mai mic diametru unghiular, iar Luna cu cel mai mare asemenea diametru. Vom împărți, deci, cei 152,1 milioane km ai Soarelui, la cei 363,300 km ai Lunii ; găsim 418,7 adică, distanța Soarelui este în această situație de 418,7 ori mai mare decît cea a Lunii. Cum însă Luna este numai de 400,2 ori mai mică în diametru decît Soarele, înseamnă că, văzută pe cer, Luna va apare mai mare decît Soarele. Într-o astfel de situație, este evident că la o trecere a Lunii prin dreptul Soarelui, aceasta va putea acoperi complet discul astrului zilei : eclipsa va fi totală.

Să facem însă și raportul invers — anume, să găsim valoarea raportului dintre distanța minimă a Soarelui și cea maximă a Lunii. În acest caz, împărțind 147,1 milioane km la 405 500 km, vom găsi exact 362,8, adică mai puțin decît raportul diametrelor celor doi aștri (400,2). Deci, în acest caz, Soarele apare pe cer mai mare decît Luna ; în cazul

unei treceri *centrale* a Lunii prin dreptul Soarelui, vom avea eclipsă de Soare, dar *inelară* : la mijlocul eclipsei, atunci cînd Luna ajunge cu totul în dreptul Soarelui, ea nu-l poate acoperi în întregime și din Soare se mai vede un inel luminos. Iată explicația numelui acestei categorii de eclipse de Soare.

Într-un an, eclipsele de Soare au loc la un interval de 6 luni fără 6—7 zile. Dacă aceste eclipse sînt eclipse centrale — adică centrul discului Lunii ajunge să treacă (văzut de pe Pămînt) aproape exact peste centrul discului solar — atunci una dintre eclipse va fi totală, iar cealaltă va fi inelară. De exemplu, la 17 martie 1988, a avut loc o eclipsă totală de Soare. Eclipsa următoare, de la 11 septembrie 1988, a fost o eclipsă inelară.

Iată deci explicația fazelor centrale ale eclipselor de Soare. Dar trebuie să vă mai spun că există și un fel de eclipse-limită, adică nici totale și nici inelare : sînt așa-numitele eclipse *perlate*. Acestea au loc atunci cînd atît Luna, cît și Soarele se văd la fel de mari pe cer — deci se găsesc la distanțe intermediare față de cele specificate mai înainte. În acest caz, la o eclipsă centrală, la momentul mijlocului eclipsei pentru o fracțiune de secundă sau cel mult cîteva secunde, Luna acoperă Soarele. Dar cum conturul discului Lunii nu este perfect circular, ci prezintă neregularități provocate de relief, de jur împrejurul discului întunecat al Lunii se văd o mulțime de puncte strălucitoare : sînt punctele neacoperite de Lună din discul Soarelui și care, cu mare viteză, apar și dispar pe măsură ce Luna trece în dreptul Soarelui. O astfel de eclipsă a putut fi observată, de exemplu, la 17 aprilie 1912, în vecinătatea Parisului, iar alta, în Marea Egee, la 20 mai 1966.

Interesant este la aceste eclipse încă un fapt. Anume, din cauza rotunjimii Pământului, locurile unde în momentul eclipsei centrale Soarele apune, distanța Lunii față de observator este ceva mai mare decât aceea a observatorului fața centrale spre amiază. Astfel, Luna apare pronunțat mai mică decât Soarele, drept care eclipsa apare... inelară ! Și același lucru se petrece și pentru locurile în care, în aceleași momente ale eclipsei centrale, Soarele răsare : observatorii fenomenului văd o eclipsă inelară. Bineînțeles, acestea sînt cazuri la limită, dar care se produc uneori. În ce ne privește, la 15 februarie 1961 în țara noastră s-a văzut o splendidă eclipsă totală de Soare : locuitorii țării noastre din județele din sud au putut-o vedea ca atare. În rest, eclipsa s-a văzut ca parțială. Iar viitoarea eclipsă totală de Soare, care se va putea vedea din țara noastră, va avea loc deabia la 11 august 1999 și va fi tot o eclipsă totală — faza de totalitate avînd o durată deja calculată de vreo 2 minute și 25 de secunde.

Dragii mei cititori, mai rămîne acum să explicăm de ce una și aceeași eclipsă de Soare este văzută dintr-unele locuri — să zicem — totală, iar din altele, numai parțială, în timp ce din multe alte locuri ea nu se vede absolut deloc.

Nimic mai ușor de explicat, dacă ne vom reaminti că Luna este cu mult mai mică decât Pământul, respectiv extrem de mică în raport cu Soarele. Am putea face chiar un calcul, ca să aflăm cît de mare este umbra Lunii, la distanța de la ea, la Pământ. Cum însă am căutat mereu să nu introduc aici cîștie ce probleme și formule matematice (dacă vreți și așa ceva citiți cartea mea „Laboratorul astrofizicianului amator !”), am să vă spun că, rotunjit, diametrul petei de umbră a Lunii presupusă circulară,

pe acea zonă care are Luna și Soarele exact deasupra capului la o eclipsă totală, măsoară cam 260 km. Deci numai din interiorul unei zone de 260 km diametru, eclipsa se va vedea ca totală.

Acum să privim puțin figura noastră nr. 26. Chiar dacă nu este executată la proporții riguroase, se vede ușor că, în afară de locul unde ajunge umbra Lunii și de unde eclipsa se zărește ca totală (sau inelară), pe o zonă largă de aproximativ 6—7 000 km, unde ajunge penumbra satelitului nostru, eclipsa poate fi văzută ca parțială : porțiuni mai mari sau mai mici din Soare apar acoperite de discul negru al Lunii. Partea eclipsată crește, de la începutul eclipsei pînă la un moment dat : este momentul fazei maxime. Iar după aceea, fracțiunea eclipsată începe să scadă pînă la sfîrșitul fenomenului.



Fig. 26. Umbra și penumbra Lunii pe Pământ

Lărgimea relativ mică față de Pământ, a zonei care poate ajunge în penumbra Lunii, arată imediat că pot fi și zone care să nu fie atinse nici de penumbră și, cu atât mai puțin, de umbra Lunii. Astfel, deși Soarele se află deasupra orizontului, când Luna trece între noi și Soare, se poate foarte bine ca să nu se vadă o eclipsă, deși ea are loc pentru alte regiuni; pentru aceste locuri satelitul nostru natural trece, pe cer, mai sus sau mai jos de discul Soarelui. În fond, toate aceste lucruri pot fi observate foarte ușor, mai ales vara, când pe cer se găsesse nori mici, *Cumulus*, care se mișcă încet, duși de vânt. Oricine poate vedea umbra unui nor, cum se mișcă pe Pământ; dar numai când o asemenea umbră ne învăluie, avem o... eclipsă de Soare, provocată de nor.

Ca să fim complet cu aceste elemente — peste care se cam trece atunci când se explică fenomenul eclipselor — trebuie să vă spun că, Luna mișcându-se în jurul Pământului cam cu 1 km pe secundă, umbra ei se mișcă pe suprafața Pământului dinspre vest către est. De aceea, deși îngustă, fișia de pe sol pe unde trece umbra Lunii poate depăși 7 sau chiar 8 000 km lungime. În acest fel, eclipsa poate fi văzută dintr-o mulțime de locuri: de exemplu, eclipsa totală de Soare care se va vedea de la noi din țară la 11 august 1999, va putea fi văzută sub această fază pe o fișie care începe lângă coasta de est a Canadei, străbate Oceanul Atlantic și traversează Europa prin Anglia, Franța, Germania, Austria, R.P. Ungară, R.S. România și apoi, prin Turcia, trece peste Orientul Apropiat, ajungând până în India.

Iată, deci, câteva lucruri de amănunt în legătură cu eclipsele de Soare. La planetariu, ele sînt demonstrate pe „cerul planetariului”, prin mișcările

mult accelerate ale Soarelui și Lunii: și oricine poate vedea foarte bine de ce nu totdeauna au loc eclipse de Soare, de ce ele pot fi văzute din unele locuri, în timp ce din altele nu se vede nici o eclipsă...

Dar hai să ne ocupăm acum de cealaltă problemă — aceea a coloraturii Lunii eclipsate, fenomen care a stîrnit atîtea credințe greșite printre neștiutori. Înainte însă de aceasta, iată o mică poveste adevărată, petrecută cu peste 480 de ani în urmă.

Era la sfîrșitul lunii februarie a anului 1504. Marele navigator genovez Cristofor Columb (1451-1506), după mari greutăți, ajunsese pe meleagurile insulei Jamaica. Lipsit de hrană și apă, cu mulți dintre oamenii săi bolnavi, navigatorul a cerut sprijinul indigenilor — să-l ajute în obținerea unor rezerve de hrană și apă, spre a putea pleca mai departe, spre apus.

Se pare că localnicii nu prea l-au primit ca oaspete, ei, văzînd în el un dușman, l-au întîmpinat cu ostilitate; și nici ca să coboare pe uscat nu l-au permis.

Ca orice navigator, Columb avea și numeroase cunoștințe de astronomie. Tocmai în acestea a găsit el mijlocul de a-i îndupleca pe indigeni — nu fără un pic de... înșelătorie. Anume, el știa că, în seara zilei de 1 martie 1504, urma să aibă loc o eclipsă totală de Lună. Drept care, profitînd de cunoștințele sale și de ignoranța indigenilor, Columb i-a amenințat că dacă nu-l vor ajuta, în seara aceea le va lua Luna de pe cer (! ?).

Indigenii l-au privit pe omul venit de peste mare cu neîncredere; iar atunci cînd seara, Luna a răsărit parcă din apele oceanului mai strălucitoare decît altădată, erau gata să-și bată joc de amenințarea

lui. Numai că, treptat, astrul nopții pare că a început să pălească; apoi, ca luate de o mână nevăzută, părți tot mai mari din Lună au început să dispară, pînă ce toată Luna a fost năpădită de un vîl roșu închis, înspăimîntător la vedere.

Ingroziiți, indigenii s-au aruncat spre malul oceanului, chemîndu-l pe Columb: iar cînd acesta s-a arătat, ei i-au promis să-i dea orice le cerca, chiar și pe deasupra — numai să le dea înapoi Luna! Și se pare că navigatorul s-a înduplecat în cele din urmă și le-a redat localnicilor pe „Mama Luna”, dar numai... după ce s-a terminat eclipsa!

Au trecut secole de atunci și oamenii au descoperit încă de multă vreme nu numai care sînt cauzele eclipselor, dar și cum se explică diferitele fenomene și aspecte care se observă în timpul acestor evenimente cosmice. Iată, de exemplu, modul în care se explică culoarea roșie a Lunii în timpul eclipselor.

Mai întîi, să vă amintiți că lumina albă a Soarelui este, de fapt, formată din 7 culori fundamentale — de la roșu la violet — și care, observate fiind prin diferite mijloace, constituie *spectrul solar*.

Acum să privim puțin figura noastră nr. 27. Lumina albă a Soarelui trecînd prin imediata apropiere a Pămîntului — „ras cu acesta”, cum se spune — traversează atmosfera planetei noastre. Această traversare nu rămîne însă fără efect: acționînd ca o prismă de sticlă, atmosfera descompune lumina solară și, la ieșirea ei din acest înveliș gazos, ea formează un veritabil spectru solar. Acesta se manifestă ca urmare și a faptului că descompunerea luminii este însoțită de schimbarea direcției razelor de lumină — abaterea lor inegală de la direcția inițială. Cel mai mult sînt abătute razele

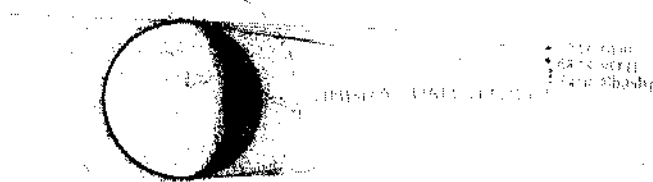


Fig. 27. Refracția luminii solare la trecerea prin atmosfera terestră

albastre și violete — în timp ce razele roșii și portocalii sînt deviate cel mai puțin. Și, tocmai din această cauză, razele roșii și portocalii pătrund în fișa de umbră a Pămîntului; în această situație, atunci cînd are loc o eclipsă de Lună, satelitul nostru natural traversînd umbra planetei noastre, primește și raze de lumină roșie și portocalie; luminați un perete cenușiu cu lumină roșie, și acesta vă va apare roșu. Cu atît mai mult, solul cenușiu al Lunii primind, în loc de umbră totală, destule raze de lumină roșie și portocalie, ea va apare în aceste culori — de altfel atît de frumoase.

Trebuie să vă spun că, de fapt, lucrurile sînt ceva mai complicate. De exemplu, s-a observat că Luna eclipsată apare mai puternic colorată, mai luminoasă sau, dimpotrivă, mai întunecată și cenușie, în funcție de activitatea solară! Se pare că de intensitatea și numărul fenomenelor solare — pete, erupții — depinde densitatea generală a atmosferei terestre, adică tocmai a elementului care provoacă descompunerea luminii solare și abaterea

razelor sale de la traiectoria inițială. De asemenea, orice observator atent al unei astfel de eclipse, mai ales dacă utilizează un instrument astronomic cit de mic, va remarca faptul că culorile sînt atît de variate, de amestecate, încît nimeni nu va susține direct că apariția lor este un rezultat al acțiunii atmosferei. Dar, în treacăt fie spus, ați încercat vreodată să vă construiți o lunetă cit de mică? Ar fi cazul — mai ales, în perspectiva eclipselor ce vor avea loc în următorii ani...

La planetariu, proiectorul nostru special nu realizează nici eclipse de Lună și nici de Soare. El poate însă demonstra modul în care au loc aceste fenomene și de ce nu se produc eclipse de Soare la fiecare fază de Lună nouă — cînd satelitul nostru natural trece între noi și Soare — respectiv eclipse de Lună la fiecare fază de Lună plină, cînd aceasta trece prin preajina umbrei terestre. În schimb, nu trebuie uitat că la orice planetariu există și cite un proiector de diapozitive. Cu ajutorul său se redau aspecte ale diferitelor tipuri de eclipse — de la eclipse parțiale, totale și inelare de Soare, la eclipse de Lună... Și atunci nu credeți că un astfel de spectacol de planetariu are toate atributele pentru a trezi un interes cel puțin tot atît de mare ca și alte spectacole?

Și pentru că am ajuns aici, hai să vă spun că, dacă în ce privește eclipsele de Soare nu vor avea loc astfel de fenomene, care să fie vizibile din țara noastră, ci numai din alte locuri de pe Pămînt, vom putea fi martorii unor eclipse de Lună, dintre care unele deosebit de frumoase. Astfel, la 20 februarie 1989, a avut loc o eclipsă totală de Lună — faza totală avînd o durată de o oră și 19 minute. Pare curios — dar Luna va răsări în țara noastră în

timpul desfășurării fazei totale, așa că numai cea de a doua parte a fenomenului va putea fi observată din țara noastră, ca și din alte state vecine.

O a doua eclipsă de Lună, de asemenea totală, care se va vedea din țara noastră, va avea loc la 17 august 1989. În cazul acesteia, faza totală este și mai lungă — ea va avea o durată de o oră și 36 de minute. Dar și de data aceasta vom putea observa numai o parte a fenomenului și anume, prima sa jumătate. Într-adevăr, începînd în a doua parte a nopții — intrarea în umbră va avea loc la orele 4 și 22 de minute, după ora de vară a țării noastre — noi vom putea observa trecerea Lunii prin umbra Pămîntului, pînă la faza totală; iar din aceasta, vom putea observa o mică parte — mai precis prima jumătate a totalității. Luna va apune deci, total eclipsată, și nu o vom revedea cu strălucirea ei decît în ...seara următoare.

Cea de a treia eclipsă, tot de Lună și tot o eclipsă totală, care va putea fi văzută din țara noastră în următorii ani, va avea loc la 9 februarie 1990. Avînd o durată a totalității de 43 de minute, ea va putea fi observată în întregime de la noi. Într-adevăr, intrarea Lunii în umbra planetei noastre va avea loc la orele 19 și 30 de minute; totalitatea eclipsei va începe la orele 20 și 50 de minute și va lua sfîrșit la 21 și 33 de minute. În fine, ieșirea Lunii din umbra Pămîntului se va produce la orele 22 și 54 de minute (ce ore comode! Numai cerul să fie senin!). Și pentru a încheia această trecere în revistă a viitoarelor eclipse vizibile din țara noastră, să vă mai spun că, tot în anul 1990, vom mai putea urmări o eclipsă de Lună — măcar în teorie: este vorba de o eclipsă parțială de Lună, care va avea loc la 6 august. În momentul fazei maxime,

care va avea loc la orele 17 și 13 minute (ora de vară a țării noastre), cam 68% din discul Lunii va fi cufundat în umbra Pământului. În acel moment însă, satelitul natural al planetei noastre va fi încă sub orizont — răsăritul astrului avînd loc în jurul orei 20 și 30 de minute. Cum însă Luna va ieși din umbra planetei noastre la orele 18 și 41 de minute, cînd astrul nopții va răsări pentru noi, ei se va pregăti să părăsească și penumbra — drept care ...căutați să observați eclipsele precedente : la aceasta nu vom putea vedea nimic.

Să știți că nu o dată cite un fenomen cosmic, așteptat cu înfrigurare luni și chiar ani de zile, nu a putut fi observat din cauza norilor. Chiar și eclipsa totală de Soare din 15 februarie 1961, la București, nu a fost vizibilă din această cauză ; o expediție germană care se instalase cu o aparatură complexă la Murfatlar, în județul Constanța, la fel nu a putut face nici un fel de observație. Așa că nu este exclus — deși ar fi cu totul regretabil — ca unele dintre eclipsele specificate mai înainte să fie, la rîndul lor, „eclipsate” de nori. În acest caz, nu vă rămîne decît o singură soluție : să veniți la planetariu, ca să vă arătăm fotografiile ale altor eclipse !

MESAGERII SPAȚIULUI

Avem de gînd să vă propun acum, ca un fel de încheiere, să mergem pe urmele astronauților care au vizitat Luna. Dar, în timp ce îmi adunam cîteva materiale documentare, privirea mi-a căzut pe o fotografie : una dintre imaginile cometei Halley, transmisă de sonda spațială „Giotto”. Și imediat mi-am schimbat intenția : bine că mi-am adus aminte să vă pun cîteva lucruri despre una dintre marile aventuri cosmice ale unor roboți spațiali — mai ales că este vorba și de traversarea efectivă a unei comete. De aceea, schimbînd puțin ruta (!?), să mergem pe urmele celor cîteva agregate spațiale, care au dat tircoale celebrei comete Halley.

Dei, la așa cometi celebră, o primire pe măsură : nu mai puțin de 5 sonde spațiale și-au luat zborul în întîmpinarea „stelei cu coadă” : două sonde spațiale sovietice — Vega 1 și Vega 2 ; două japoneze — Sakigake și Suisei ; una europeană — Giotto. Mai mult, alte sonde spațiale, lansate mai înainte, au fost reprogramate pentru a observa cometa, chiar în condiții mai puțin favorabile.

De fapt, toate aceste pregătiri se datorau interesului astronomilor, nu pentru cometa Halley exclusiv, ci pentru comete, în general. Dar cometa, care poartă numele celebrului astronom englez Edmund Halley (1656—1742) este o cometă completă — cu nucleu, coamă și coadă ; ea este cunoscută de multă vreme și este și cea mai veche cometă periodică

care va avea loc la orele 17 și 13 minute (ora de vară a țării noastre), cam 68% din discul Lunii va fi cufundat în umbra Pământului. În acel moment însă, satelitul natural al planetei noastre va fi încă sub orizont — răsăritul astrului avînd loc în jurul orei 20 și 30 de minute. Cum însă Luna va ieși din umbra planetei noastre la orele 18 și 41 de minute, cînd astrul nopții va răsări pentru noi, ei se va pregăti să părăsească și penumbra — drept care ...căutați să observați eclipsele precedente : la aceasta nu vom putea vedea nimic.

Să știți că nu o dată cite un fenomen cosmic, așteptat cu înfrigurare luni și chiar ani de zile, nu a putut fi observat din cauza norilor. Chiar și eclipsa totală de Soare din 15 februarie 1961, la București, nu a fost vizibilă din această cauză ; o expediție germană care se instalase cu o aparatură complexă la Murfatlar, în județul Constanța, la fel nu a putut face nici un fel de observație. Așa că nu este exclus — deși ar fi cu totul regretabil — ca unele dintre eclipsele specificate mai înainte să fie, la rîndul lor, „eclipsate” de nori. În acest caz, nu vă rămîne decît o singură soluție : să veniți la planetariu, ca să vă arătăm fotografiile ale altor eclipse !

MESAGERII SPAȚIULUI

Avem de gînd să vă propun acum, ca un fel de încheiere, să mergem pe urmele astronauților care au vizitat Luna. Dar, în timp ce îmi adunam cîteva materiale documentare, privirea mi-a căzut pe o fotografie : una dintre imaginile cometei Halley, transmisă de sonda spațială „Giotto”. Și imediat mi-am schimbat intenția : bine că mi-am adus aminte să vă pun cîteva lucruri despre una dintre marile aventuri cosmice ale unor roboți spațiali — mai ales că este vorba și de traversarea efectivă a unei comete. De aceea, schimbînd puțin ruta (!?), să mergem pe urmele celor cîteva agregate spațiale, care au dat tircoale celebrei comete Halley.

Dei, la așa cometi celebră, o primire pe măsură : nu mai puțin de 5 sonde spațiale și-au luat zborul în întîmpinarea „stelei cu coadă” : două sonde spațiale sovietice — Vega 1 și Vega 2 ; două japoneze — Sakigake și Suisei ; una europeană — Giotto. Mai mult, alte sonde spațiale, lansate mai înainte, au fost reprogramate pentru a observa cometa, chiar în condiții mai puțin favorabile.

De fapt, toate aceste pregătiri se datorau interesului astronomilor, nu pentru cometa Halley exclusiv, ci pentru comete, în general. Dar cometa, care poartă numele celebrului astronom englez Edmund Halley (1656—1742) este o cometă completă — cu nucleu, coamă și coadă ; ea este cunoscută de multă vreme și este și cea mai veche cometă periodică

cunoscută — primele observații sigure datînd de prin anul 466 î.e.n. În fine, condițiile trecerii sale prin preajma Soarelui și a Pămîntului fiind foarte bine cunoscute, se puteau stabili date foarte precise pentru lansarea și dirijarea zborului unor sonde cosmice de interceptare.

Știți, fără îndoială, următorul fapt: cometele, spre deosebire de planete, în calitatea lor de membri ai sistemului solar, se mișcă în jurul „astrului de foc” pe traiectorii mult alungite. Chiar dacă unele comete nu se depărtează de Soare decît pînă spre orbita planetei Jupiter, adică pînă spre 5 Unități Astronomice și se apropie nu mai mult decît planeta Mercur, sînt destule comete care fac excepție de la aceste caracteristici. Astfel, au fost descoperite și observate comete care au trecut „la un fir de păr” de suprafața fierbinte a Soarelui, adică efectiv prin coroana astrului: de exemplu, o cometă observată în anul 1680, a trecut la numai 235 000 km de suprafața Soarelui; iar marea cometă, observată în anul 1843, a trecut la numai 132 000 km de aceeași suprafață — ca și cometa din anul 1880, care a trecut cu cca 6 000 km și mai aproape — sau cometa din anul 1945, care a trecut ceva mai departe — la 307 000 km. Toate acestea au străbătut cu viteze deosebit de mari atmosfera înaltă a Soarelui — coroana — primind în perioada trecerii atît de aproape de Soare, de 20 000 pînă la 30 000 de ori mai multă lumină și căldură de la Soare decît primim noi pe Pămînt! O să vă spun însă și faptul că, prin utilizarea unor sateliți artificiali în observarea vecinătăților solare, în anii din urmă au fost descoperite cîteva comete care, apropiindu-se de Soare — să spun — dincolo de orice limite, pur și simplu s-au ciocnit cu Soarele: ele

s-au vaporizat complet în infernalul cuptor al astrului nostru de „foc”. Continuînd însă ideea de mai înainte, și luînd de o parte cometele care s-au repezit în Soare, trebuie să completez cele spuse referitor la cometele care se apropie foarte mult de Soare, arătînd că ele se și depărtează foarte mult — la mii și chiar zeci de mii de Unități Astronomice. Din această cauză și perioadele lor de revoluție în jurul Soarelui sînt foarte mari, ajungînd și chiar depășind 3 milioane de ani — ca, de exemplu, cometa observată în ianuarie 1910 și a cărei perioadă este de peste 3,9 milioane km.

Cometa Halley, despre care s-a vorbit atît de mult în anii 1985 și 1986, nu face parte nici dintre cometele foarte mari — care depășesc lungimi de 100—120 milioane km — și nici nu are vreo caracteristică deosebită. Ea este însă prima cometă care a fost recunoscută ca periodică, adică revine sistematic și la intervale de timp bine precizate, în vecinătatea Soarelui; de altfel ea poartă tocmai numele astronomului englez care i-a descoperit periodicitatea: Edmund Halley. Acesta, pe cînd calcula datele de mișcare ale unor comete — pentru un catalog pe care l-a publicat în anul 1705 — a observat că există o mare asemănare între elementele cometelor observate în anii 1531, 1607 și 1682 — aceasta din urmă fiind observată chiar de el.

Pornind de la aceste date și pe baza unor calcule suplimentare, savantul englez a ajuns la concluzia că tocmai cometa în cauză se mișcă în jurul Soarelui pe o traiectorie pe care o parcurge în aproximativ 76 de ani. La periheliu — adică la cea mai mică depărtare de Soare —, cometa trece la ceva mai puțin de 90 de milioane km de Soare; iar la afeliu, adică la cea mai mare depărtare de astrul

zilei, cometa în cauză ajungea la peste 5 miliarde km distanță.

Convins de realitatea calculelor sale — bazate pe legea atracției universale, descoperită și formulată matematic de către profesorul său, Isaac Newton (1642—1727) — Halley a prezis reapariția cometei în anul 1758 sau 1759. El, personal, nu a putut verifica această previziune științifică — Halley a încetat din viață, în vârstă de 86 de ani, cu 14 ani înaintea datei prezise. Astronomii care au urmat au putut însă verifica acest lucru: și, într-adevăr, cu o mică diferență față de data precizată și prin alte calcule, la 13 martie anul 1759, cometa în cauză trecea la periheliu. Călculele erau confirmate; ipoteza periodicității cometei era dovedită ca reală. Tocmai pentru a consfinți această mare eucerie a astronomiei — descoperirea periodicității cometelor — ca și numele celui care făcuse această descoperire, cometa în cauză a fost numită cometa Halley.

De atunci, din 1759, cometa a mai revenit la periheliu de trei ori: în anii 1835, 1910 și, recent, la 9 februarie 1986. Iar în viitor, prima ei revenire în acest punct se va produce în anul 2061; și vor urma cele din anii 2137, 2212, 2288... Cei ce vor veni după noi o vor vedea — este în afară de orice îndoială — la fel ca acei care, cu vechuri înaintea noastră, nu văzută-o.

Iată deci, în câteva cuvinte și povestea — adevărată — a cometei Halley. Și, cum condițiile la revenirea din 1986 erau deosebit de favorabile pentru o interceptare, s-a luat decizia lansării spre această cometă a unor sonde interplanetare. Deja exista un precedent — dirijarea unei alte sonde, fost satelit al Lunii, spre cometa Giacobini-Zinner,

cunoscută de multă vreme, și care revine în preajma Soarelui la fiecare 6 ani și 7 luni. În anul 1985, la 11 septembrie, sonda spațială ICE (International Cometary Explorer) a traversat acest astru, cu o viteză de 21 km pe secundă, trecind la 118 000 km de nucleul solid al cometei.

De fapt ICE nu era un agregat cosmic destinat cercetărilor cometare. El fusese lansat cu mai bine de 7 ani înainte, în luna august 1978, sub numele de ISEE-3 și era destinat cercetărilor asupra vântului solar și a cîmpului magnetic al planetei noastre. Astfel, la 20 noiembrie 1978, la 100 de zile de la lansarea sa, satelitul se plasa pe o orbită special aleasă, la o distanță de 1,5 milioane km de Pământ — practic, pe limita așa-numitei *magnetosfere*, adică zona unde cîmpul magnetic al Pământului este predominant față de alte cîmpuri magnetice existente în spațiu: aici satelitul trebuia să studieze fenomenele care aveau loc prin prezența vântului solar.

ISEE-3 a rămas în această situație pînă la 10 iunie 1982, cînd a fost pus în aplicare un nou proiect — acela de survolare a unei comete. Era vorba de faptul că, printr-o serie de manevre destul de complicate, ICE putea fi transferat pe o traiectorie spre cometa Giacobini-Zinner care, la 5 septembrie 1985, urma să treacă la periheliu. E foarte adevărat că aparatura de la bord nu cuprindea și camere de luat vederi; dar celelalte aparate și instrumente ne puteau furniza date deosebit de importante în ce privește structura și fenomenele cometelor în general, ca și elemente deosebit de importante pentru pregătirea zborurilor spre cometa Halley.

Astfel, la 10 iunie 1982, ISEE-3 a primit comanda de părăsire a orbitei inițiale. Sonda a început să se apropie treptat de Pământ, trecînd, la 16 octombrie 1982, la 400 000 km de planeta noastră. În luna decembrie a aceluiași an, după o nouă îndepărtare, sonda a revenit din nou spre noi — începînd în continuare să descrie o traiectorie foarte complicată în jurul sistemului cosmic Pământ — Lună. Iar după ce, la 22 decembrie 1983, a trecut pe această traiectorie la numai 120 km distanță de suprafața Lunii, sonda s-a plasat pe traiectoria finală de interceptare a cometei Giacobini-Zinner. În acest mod, la 11 septembrie 1985, cum spuneam, la orele 14 și 2 minute — ora țării noastre — misiunea lui ISEE-3, denumit acum ICE, era îndeplinită cu un succes deplin.

Există deci un precedent de survolare cometară. Mai mult, o lansare directă spre cometa Halley — care fusese redescoperită încă din 16 octombrie 1982, pe cînd se afla la peste 1,7 miliarde km de Soare — era cu mult mai simplă decît acea redirijare a lui ICE spre ținta sa cometară. Astfel, încă mai de mult, aplicarea în practică a proiectelor a dus în final la lansarea celor 5 sonde spațiale spre cometa Halley care, treptat, se apropia de periheliu. Cu titlu de informație, iată în continuare cîteva date despre acești roboți spațiali :

Sondele au fost lansate pe rînd, în anii 1984 și 1985, urmînd să survoleze cometa în anul 1986, după trecerea ei la periheliu, în poziția cea mai favorabilă pentru observații și retransmiterea datelor spre stațiile de urmărire de pe Pământ. Astfel, Vega-1 a fost lansată la 15 decembrie 1984, iar Vega-2 a plecat la 21 decembrie 1984. Ele urmau să survoleze cometa la 6 martie la orele 11, res-

pectiv la 12 martie, aceeași oră ; cele două sonde erau programate să treacă la distanțe de 9 500 și 3 600 km de nucleul cometei.

Sakigake, prima sondă japoneză, a pornit în călătorie la 7 ianuarie 1985. Zborul ei urma să fie finalizat la 11 martie 1986, la orele 8 dimineața, printr-o survolare la distanță și anume, la 3,2 milioane kilometri.

A urmat la lansare sonda europeană Giotto. Numele ei este, de fapt, numele unui mare pictor italian, Giotto (1266—1337). Acesta, într-un celebru tablou pictat în anul 1303, a introdus și imaginea cometei Halley, care fusese bine observată în anul 1301 și îi crease pictorului o impresie de neuitat. Sonda purtînd numele pictorului și-a luat zborul la 2 iulie 1985 : ea urma să survoleze cometa la 14 martie la orele zero, trecînd la cel mult 800 km distanță de nucleul acesteia, adică trebuia să traverseze o zonă destul de periculoasă, unde putea fi lovită în tot momentul de vreun fragment solid.

18 august 1985 : pleacă cea de a doua sondă japoneză, Suisei, care trebuia să treacă la 8 martie, la orele 13, la cea 200 000 km de astru. În fine, pe lângă cele 5 sonde astfel lansate, voi pune la socoteală și pe ICE, care, la 28 martie 1986, trecea la peste 30 de milioane km de cometă.

Fiecare dintre aceste sonde avea la bord o apăratură complicată, destinată cercetărilor. Scopurile lansărilor vă sînt bine cunoscute — cercetarea multilaterală a cometei ; dar dacă sondele sovietice și cea vest-europeană erau destinate traversării directe a cometei, cele japoneze urmau să o studieze de la distanțe mai mari, în scopul obținerii de date cît mai precise privind aureola gigantică de hidrogen, care înconjoară capul oricărei comete, influența vin-

tului solar asupra învelișurilor exterioare ale cometelor etc.

Se cuvine o mențiune aparte pentru sondele sovietice Vega. Numele lor este de fapt o combinație — primele silabe ale numelor Venus și Halley: VE + HA (deci, de fapt, în limba noastră, VEHA). Această denumire arată că în drum spre Halley, cele două sonde erau destinate și unor cercetări asupra planetei Venus. Într-adevăr, apropiindu-se de strălucitoarea planetă pînă la 24 000 km, sondele au lansat spre ea cîte un balon cu aparatură, respectiv cîte un robot de cercetare a solului torid al acesteia. Sondele au efectuat observații în atmosfera planetei, timp de cîte 46 de ore, datele fiind transmise spre Pămînt; în același timp, agregatele coborîte pe sol, din infernalele condiții de acolo, au transmis date timp de 56—57 minute.

Au trecut zile, săptămîni, luni. Treptat, în zborul lor cele cinci observatoare cosmice s-au apropiat de cometa-țintă pe care au studiat-o, potrivit programelor. Așa se explică faptul că, astăzi, știm cu mult mai multe lucruri despre comete, decît înainte de aceste zboruri. În primul rînd, însă, în liniile sale generale, a fost confirmată ipoteza astronomului american Fred Whipple: o cometă este un uriaș bulgăre de „zăpadă murdară”. Într-adevăr, un astfel de astru este format dintr-un nucleu de cîteva kilometri, constituit din gheață — apă, amoniac, metan, oxid și bioxid de carbon, alături de alte substanțe. Amestecate cu aceste substanțe înghețate, se găsesc cantități apreciabile de pulberi foarte fine, ca și fragmente mai mari de materie solidă, pînă la blocuri de ordinul metrilor sau mai mari.

La mică distanță față de Soare, ca urmare a încălzirii datorate astrului zilei, o parte din substanțele

înghețate trec direct în stare gazoasă, formînd în jurul nucleului o aureolă de mari dimensiuni: este coama cometei care măsoară cîteva sute de mii de kilometri diametru. Dar, chiar conținînd și pulberile fine antrenate de gazele coamei, densitatea coamei este atît de mică încît am putea-o numi un fel de „nimic invizibil”; ea este vizibilă, tot ca rezultat al acțiunii solare, reflectînd lumina astrului.

Și mai aproape de Soare, acțiunea acestuia asupra cometei se manifestă mai puternic: intră în joc presiunea luminii solare (care la distanța Pămîntului apasă cam cu un gram pe... hectar!), ca și influența vîntului solar. Acești doi factori resping în direcția opusă Soarelui o parte din gazele și pulberile din coamă, care ajung să formeze un fel de prelungire cu lungime de cîteva milioane sau zeci de milioane de kilometri: este coada cometei care, dată fiind cauza formării ei, este cu atît mai lungă cu cît cometa este mai apropiată de Soare.

Aceasta era teoria generală a cometelor; dar în raport cu ea, zborurile lui ICE și ale celorlalte cinci sonde cometare ne-au adus date de o considerabilă importanță. Am să încep prin a vă spune că, față de calcule, sondele lansate au survolat cometa Halley, la distanțe puțin diferite. Astfel „Suisel” a trecut la 8 martie 1986 la 151 000 km de nucleul cometei, iar „Sakigake”, la 7 milioane km. Ele au găsit lucruri interesante — între altele că, la datele survolării, coama cometei măsura nu mai puțin de 900 000 km diametru, iar aureola de hidrogen avea un diametru de peste un milion km.

Mult mai aproape de nucleul cometei s-au aflat cele două sonde sovietice „Vega”: prima dintre ele a trecut la 8 900 km de el, iar cea de a doua, la 8 000 km. Cele două sonde au transmis primele

imagini ale nucleului solid al lui Halley, care s-a dovedit a avea o formă cu totul neregulată, semănând oarecum cu un cartof; dar un cartof de 14 km lungime și 7—8 km lărgime. Acest nucleu ejecta, sub acțiunea căldurii solare, cantități enorme de pulberi și gaze — dar nu oricum, ci prin câteva zone care au fost numite pe drept cuvânt „zone active”. Ele au drept cauză principală faptul că suprafața nucleului este acoperită — după cum s-a văzut — cu un fel de scoarță aproape neagră, poroasă. Prin ea trece spre interior o parte din căldura primită de la Soare: apa din nucleu se evaporă și iese prin porii acestei cruste și scapă în spațiu. Dar, în unele locuri, unde această crustă suferă crăpături, se formează acele erupții — jeturi de gaze care antrenează și pulberi, toate acestea intrând parțial în constituția coamei cometare.

Sondele „Vega” au făcut și analize pe traseele parcurse în traversarea cometei. Ele au constatat că vaporii de apă predomină; alături de ei au fost găsite elemente ca: hidrogenul, oxigenul, carbonul, alături de combinații simple cum sînt radicalii chimici OH și CN. Cît privește micile particule de praf, s-a constatat că ele sînt formate mai ales din compuși de siliciu, alături de metale — sodiu, magneziu, calciu, fier.

Dacă cele două sonde „Vega” au trecut fără incidente prin coama cometei, nu același lucru s-a petrecut cu „Giotto”. Ea a fost sonda cometară care a trecut la cea mai mică depărtare de nucleul lui Halley: la 14 martie, la orele 2, 3 minute și 2 secunde, robotul cosmic trecea la numai 605 km de nucleu, cu o viteză de 68,37 km pe secundă, adică 246 143 km pe oră.

„Giotto” a reușit să ne transmită peste 2 000 de imagini, de la distanțe cuprinse între 767 000 km și 1 350 km de nucleu; ultimele nu mai arată decît jeturile de pulberi și gaze. Dar sonda, în continuare, nu a transmis imagini: interceptarea ei de către un jet de pulberi a dus la degradarea camerei de luat vederi, care astfel a fost scoasă din uz. Alte două instrumente au suferit deteriorări ce le-au făcut inutilizabile. Dar ceea ce a reușit robotul să ne transmită reprezintă nu numai confirmări ale rezultatelor obținute de celelalte sonde, dar și completări de o deosebită importanță.

Astfel, la epoca survolării, au fost descoperite nu mai puțin de 9 puncte eruptive — jeturi de pulberi și gaze — dintre care două erau foarte puternice. Nucleul propriu-zis, acoperit cu acea crustă, întunecată, găsită de sondele „Vega”, este marcat de un adevărat relief: au fost descoperite mai multe cratere, câteva coline... Dar trebuie să Țineți cont de faptul că acest relief este de scurtă durată: atît procesele de evaporare a nucleului, cît și refacerea lui pe măsura îndepărtării de Soare, prin recongelarea măcar a unei părți a coamei cometei, duc la continua modificare a structurii „reliefului” nucleului cometei.

Fenomenele de evaporare și risipire a gazelor și pulberilor prin jeturi s-au dovedit a fi extrem de puternice. Nu este vorba de viteza acestor jeturi, în jur de 1 km pe secundă, ci de cantitatea extrem de mare de gaze și pulberi ejectate: cam 3 tone de pulberi și peste 18 tone de gaze, pe fiecare secundă. Iar calculele au arătat că, în orele din jurul momentului trecerii cometei la periheliu, pierderile de materie gazoasă-pulverulentă erau și mai mari, totalizînd cam 35 pînă la 40 de tone pe secundă.

Și veți spune că „Halley”, ce mai calea-valea, e sortită dezagregării, cînd veți afla că, o dată cu trecerea la periheliu în 1986, cometa a pierdut peste 150 000 tone din materia ei! Dar nu vă faceți griji: cu un nucleu evaluat la 500 de miliarde de tone și cu o perioadă de revoluție de 76 de ani, cometa va mai exista cam... 250 000 de ani.

Nu vreau să insist asupra unor amănunte fizice și chimice, pe care „flotila” cosmică ce a întâmpinat cometa Halley le-a obținut și transmis stațiilor de urmărire de pe Pămînt. Vreau însă să vă spun că toate agregatele cosmice își continuă zborurile în spațiul sistemului nostru solar, ca asteroizi artificiali. Dintre acești aștri introduși de om în universul astral, specialiștii intenționează să pună din nou în lucru pe „Giotto”. Într-adevăr, la 21, 22 și 23 martie 1986, după survolarea cometei Halley și încheierea misiunii sale, sonda a primit cîteva comenzi de modificare a traiectoriei de așa manieră, încît, la data de 2 iulie 1990, ea să treacă la numai 20 000 km de Pămînt. În această situație, folosind reacția gravitațională (vă amintiți? Am vorbit de ea cu ocazia survolării planetelor-gigante de către sondele Pioneer și Voyager) creată de Pămînt, sonda să fie reorientată spre o nouă țintă cometary: cometa Grigg-Skjellerup, pe care să o survoleze la data de 14 iulie 1992. Această cometă, care gravitează în jurul Soarelui în 5 ani și o lună, urmează să treacă din nou la periheliu, către sfîrșitul lunii iulie 1992 — deci o bună ocazie pentru noi de a mai cerceta o cometă — fie și numai cu cele 6 aparate rămase în funcțiune pe sondă. De altfel, pentru a se asigura o funcționare corespunzătoare atunci, aparatura a fost trecută în... hibernare (1), adică a fost complet oprită la 2 aprilie 1986, spre a fi re-

pusă în funcțiune în anul 1992. Proiect îndepărtat sau nu, cu șanse de reușită nu prea mari și cu o aparatură redusă față de cea inițială, el merită totuși întreaga atenție. În definitiv nu explorăm noi acum întreaga familie cosmică a Soarelui?

Planetariul — că tot la el revenim — are și aici niște posibilități demonstrative. De exemplu, înainte de trecerea cometei Halley la periheliu, la Bacău aveam în repertoriu un spectacol intitulat „Cometa Halley a revenit”. În cadrul său prezentam traiectoria urmată de cometă pe cer printre stele, în anii 1985 și 1986; aspecte ale astrului, observate cu ocazia precedentei treceri la periheliu, din anul 1910, precum și fotografii ale cometei, obținute cu începere de la data redescoperirii, de la 16 octombrie 1982. Acum însă, cometa s-a dus: deja la începutul anului 1988 ea se găsea la peste 1,2 miliarde km distanță față de Soare, adică se apropia treptat de orbita circumsolară a planetei Saturn. După cum știți, ea nu va reveni la periheliu decît în anul 2061. În aceste condiții, am schimbat și noi cu totul spectacolul, ca și titlul său: „La revedere, Halley!” În cadrul său, prezentăm în special imagini ale cometei, obținute de pe Pămînt, cu ajutorul aparaturii de observație, dar și de la bordul sondelor spațiale — între altele, imagini ale nucleului, transmise de sondele Vega și Giotto, atît de impresionante...

Hotărît lucru, am cam depășit spațiul normal pentru relatarea „aventurii Halley”; dar mi se păreau atît de interesante și de impresionante rezultatele acestei acțiuni cosmice, realizate pe plan mondial! De aceea, cu speranța că le veți socoti și voi la fel, vom trece acum la ultima temă de spectacol pe care intenționăm să v-o prezint aici și a nume, acea extraordinară acțiune a astronauticii

aplicate — debarcarea primelor echipaje de astronauți pe suprafața satelitului nostru natural — Luna.

„UN MIC PAS PENTRU OM, UN SALT URIAȘ PENTRU OMENIRE...”

...Cu aceste cuvinte, rostite în dimineața zilei de 20 iulie 1969, la orele 4 și 56 de minute (ora țării noastre), astronautul Neil Armstrong își începea periplul pe suprafața Lunii: era primul om pe Lună. Însemna finalizarea unui proiect îndrăzneț — la fel de îndrăzneț ca și acela de trimitere a unor oameni în spațiul cosmic, încununat de succes la 12 aprilie 1961, prin zborul cosmonautului sovietic Iuri Alexeievici Gagarin.

De fapt, se poate spune că pregătirea zborului uman spre Lună începuse chiar cu zborul cosmic al lui Gagarin: era prima intrare în spațiul cosmic a unui om. Zburînd cu peste 28 000 km pe oră și ridicîndu-se pînă la 327 km deasupra planetei, cosmonautul sovietic furniza certitudinea că omul poate să se avînte dincolo de limitele considerate ca sigure pentru existența și integritatea sa, dincolo de „cerul” albastru, pe care dintotdeauna îl vedea deasupra sa.

S-au depus eforturi uriașe. Ani de-a rîndul, la bordul unor nave tot mai perfecționate, oamenii se

avîntau mai departe în cosmos și pe durate de timp mereu mai îndelungate. Mai mult, zborurile unor astronauți au început să fie efectuate în grup de cîte două sau chiar trei nave cosmice-satelit. Iar construcția unor nave mai mari au permis și formarea de echipaje de cîte doi sau trei astronauți. Deveniseră familiare numele unor asemenea nave — Vostok și Voshod, Mercury și Gemini, Soiuz, ca și duratele zborurilor echipajelor respective care, deseori, au depășit 3—4 zile. În decembrie 1965, s-a ajuns la un zbor neîntrerupt de peste 13 zile și 18 ore; chiar dacă azi, o astfel de durată pare neînsemnată în raport cu cele cca 11 luni de zbor realizate recent, în urmă cu 23 de ani, cele aproape două săptămîni reprezentau un veritabil record.

Nu se poate spune că drumul omului spre Lună a fost presărat numai cu succese. Poate că echipajele umane ar fi ajuns pe solul Lunii cu mult mai înainte de iulie 1969, urmînd automatelor pe care le trimisese acolo sistematic, cu ani înainte. Dar la 27 ianuarie 1967, un incendiu îngrozitor s-a declanșat în modulul de comandă al trenului spațial „Apollo 1”, punînd capăt vieții întregului echipaj de trei astronauți: Virgil Grissom, Edward White și Roger Chaffee. În timpul unor repetiții la sol, ca pregătire a unei apropiate lansări în spațiu pe o orbită circumterestră, un scurtcircuit electric a declanșat incendiul în atmosfera de oxigen de la bordul modulului: 15 secunde după declanșarea sa astronauții își pierdeau viața. Accidentul era cu atât mai dureros, cu cît el avea loc la sol, nu în zbor: se iveau serioase îndoieli asupra capacității uriașului tren spațial înalt de 110 metri și greu de peste 3 000 de tone, de a funcționa conform planurilor. Oare cum se vor comporta cele peste 5

aplicate — debarcarea primelor echipaje de astronauți pe suprafața satelitului nostru natural — Luna.

„UN MIC PAS PENTRU OM, UN SALT URIAȘ PENTRU OMENIRE...”

...Cu aceste cuvinte, rostite în dimineața zilei de 20 iulie 1969, la orele 4 și 56 de minute (ora țării noastre), astronautul Neil Armstrong își începea periplul pe suprafața Lunii: era primul om pe Lună. Însemna finalizarea unui proiect îndrăzneț — la fel de îndrăzneț ca și acela de trimitere a unor oameni în spațiul cosmic, încununat de succes la 12 aprilie 1961, prin zborul cosmonautului sovietic Iuri Alexeievici Gagarin.

De fapt, se poate spune că pregătirea zborului uman spre Lună începuse chiar cu zborul cosmic al lui Gagarin: era prima intrare în spațiul cosmic a unui om. Zburînd cu peste 28 000 km pe oră și ridicîndu-se pînă la 327 km deasupra planetei, cosmonautul sovietic furniza certitudinea că omul poate să se avînte dincolo de limitele considerate ca sigure pentru existența și integritatea sa, dincolo de „cerul” albastru, pe care dintotdeauna îl vedea deasupra sa.

S-au depus eforturi uriașe. Ani de-a rîndul, la bordul unor nave tot mai perfecționate, oamenii se

avîntau mai departe în cosmos și pe durate de timp mereu mai îndelungate. Mai mult, zborurile unor astronauți au început să fie efectuate în grup de cîte două sau chiar trei nave cosmice-satelit. Iar construcția unor nave mai mari au permis și formarea de echipaje de cîte doi sau trei astronauți. Deveniseră familiare numele unor asemenea nave — Vostok și Voshod, Mercury și Gemini, Soiuz, ca și duratele zborurilor echipajelor respective care, deseori, au depășit 3—4 zile. În decembrie 1965, s-a ajuns la un zbor neîntrerupt de peste 13 zile și 18 ore; chiar dacă azi, o astfel de durată pare neînsemnată în raport cu cele cca 11 luni de zbor realizate recent, în urmă cu 23 de ani, cele aproape două săptămîni reprezentau un veritabil record.

Nu se poate spune că drumul omului spre Lună a fost presărat numai cu succese. Poate că echipajele umane ar fi ajuns pe solul Lunii cu mult mai înainte de iulie 1969, urmînd automatelor pe care le trimisese acolo sistematic, cu ani înainte. Dar la 27 ianuarie 1967, un incendiu îngrozitor s-a declanșat în modulul de comandă al trenului spațial „Apollo 1”, punînd capăt vieții întregului echipaj de trei astronauți: Virgil Grissom, Edward White și Roger Chaffee. În timpul unor repetiții la sol, ca pregătire a unei apropiate lansări în spațiu pe o orbită circumterestră, un scurtcircuit electric a declanșat incendiul în atmosfera de oxigen de la bordul modulului: 15 secunde după declanșarea sa astronauții își pierdeau viața. Accidentul era cu atât mai dureros, cu cît el avea loc la sol, nu în zbor: se iveau serioase îndoieli asupra capacității uriașului tren spațial înalt de 110 metri și greu de peste 3 000 de tone, de a funcționa conform planurilor. Oare cum se vor comporta cele peste 5

milioane de piese componente? Cum vor lucra diferitele agregate constituite din aceste piese și care trebuie să funcționeze cu o precizie fără precedent? Nu vor mai avea loc cumva accidente și mai grave?

A fost necesară o adevărată îndirjire din partea, nu numai a specialiștilor americani, dar și din partea tuturor specialiștilor din lume — sovietici, chinezi, francezi... Fiecare înregistrase în acțiunile lor accidente, chiar cu pierderi de vieți omenești; dar de data aceasta, prin proporțiile sale, accidentul de la baza de lansare de la Cape Canaveral putea duce la o pierdere a încrederii în capacitatea noastră, a oamenilor, de a realiza cele mai îndrăznețe visuri...

Oamenii au reușit să învingă, să treacă peste momentele grele ale insucceselor. Și, după aproape doi ani de eforturi, de căutări și de experimente, cu un curaj pe măsura măreției umane, la 21 decembrie 1968, un echipaj uman — „Apollo 8” — format din trei astronauți își lua zborul în prima incursiune spre Lună.

În mai puțin de trei zile de la lansare, în ziua de 24 decembrie 1968, „Apollo 8” ajungea în preajma Lunii și se înscria pe o orbită în jurul satelitului nostru natural, pe care se depărta de solul selenar până la 313 km, apropiindu-se de acesta până la 112 km. O corecție de traiectorie și nava s-a plasat pe o nouă orbită circumselenară cu distanțe față de sol de 117, respectiv 109 km. Și, după parcurgerea acestei traiectorii de 10 ori, în timp de aproximativ 20 de ore, „Apollo 8” își schimba drumul, plasându-se pe traseul de revenire spre Pământ. La 147 de ore de la plecarea de pe Terra, în ziua de 27 decembrie 1968, modulul de comandă Apollo 8 co-

bora pe apele liniștite ale Oceanului Pacific, la numai 5 km distanță de nava de recuperare.

Premiera era realizată — pentru prima oară în istoria civilizației, omul ajungea în preajma Lunii. De acum înainte, urmau ultimele etape de verificare; în orice caz, la 16 iulie 1969, uriașul tren spațial „Apollo 11” își lua zborul spre Lună — acțiunea culminând cu aselenizarea a doi dintre cei trei membri ai echipajului (la fiecare misiune Apollo, un astronaut rămânea în zbor circumlunar la bordul modulului de comandă, pentru asigurarea reușitei întoarcerii): Neil Armstrong și Edwin Aldrin. Cel de-al treilea, Michael Collins, zbura în continuare în jurul Lunii, la bordul modulului de comandă „Columbia”, pentru a-i aștepta la revenire pe colegii săi, plecați cu modulul selenar „Vulturul”. În ziua de 20 iulie 1969, la orele 22,17 minute și 42 de secunde, de la bordul „Vulturului”, comandantul misiunii raporta întregului Pământ: „AICI BAZA DIN MAREA LINIȘTII: «VULTURUL» A ASELENIZAT!”

Cîteva ore mai tîrziu, după o foarte atentă pregătire, Armstrong — și după el, la 10 minute — Aldrin, coborau pe solul dezolant al Lunii. Un periplu selenar de jur împrejurul modulului de aselenizare și apoi instalarea unei game variate de aparate: seismometru, reflector laser, alte dispozitive și grupurile lor de alimentare cu energia electrică necesară, le-au luat celor doi „cetățeni temporari ai Lunii” peste 2 ore și jumătate de activitate pe solul selenar, din totalul celor cca 22 de ore petrecute în total pe Lună.

A urmat decolarea de pe solul selenar — nu lipsită de emoții: modulul fusese verificat de sute de ori — dar cum va funcționa în condițiile Lunii?

Astronauții și controlorii de zbor, specialiștii care proiectaseră întregul complex cosmic, urmăreau cu emoție ultimele pregătiri de decolare. Cîteva mici jeturi luminoase au arătat că încărcăturile explozive de desprindere a cabinei de partea inferioară a modului au funcționat; și în secunda următoare, cabina, propulsată de micile sale motoare, se înălța victorioasă spre stele...

De acum, zborul devenea un zbor de rutină — el fusese repetat cu ocazia misiunii „Apollo 10” din mai 1969, cu deplin succes. Au urmat deci, în ordine: cuplarea cu modulul de comandă; accelerarea trenului spațial, după abandonarea cabinei selenare, cu ajutorul motoarelor modului de serviciu și înscrierea pe traiectoria spre Pămînt; în vecinătatea Pămîntului, abandonarea modului de serviciu și pătrunderea în atmosfera terestră cu aproape 40 000 km pe oră; frînare prin așa-numitul scut termic, apoi parașute și, la capătul a 195 de ore și 18 minute de la plecare, „Columbia” se oprea pe valurile mărunte ale aceluiași Ocean Pacific: era în dimineața zilei de 24 iulie 1969...

Milioane și milioane de oameni de pe tot globul urmăriseră cu emoție acțiunea: nu atît zborul pînă la Lună — existau cele două zboruri precedente, misiunile „Apollo” 8 și 10 — cît coborîrea pe Lună, activitatea oamenilor acolo. Dar cînd cei trei astronauți s-au întors pe „planeta albastră”, printre noi, cu toții am înțeles că încă un vis temerar a fost împlinit.

Au urmat alte zboruri. Între 14 și 24 noiembrie 1969, echipajul „Apollo 12” cobora pe Lună (tot doi dintre cei trei membri ai săi), la bordul modului selenar „Intrepid”, rămînînd pe solul selenar timp de 31 de ore și 31 de minute. În timpul celor

aproape 4 ore de activitate pe Lună, în afara modului selenar, cei doi astronauți au regăsit sonda selenară automată „Surveyor 3” coborîtă lin pe Lună la 20 aprilie 1967. Ea transmisese de acolo peste 6 300 de imagini ale împrejurimilor locului de așezare și efectuase numeroase experimente, pînă la deteriorarea bateriilor solare și a rezervelor de energie conținute în celelalte sisteme. Astronauții lui „Apollo 12” au readus pe Pămînt camera de luat vederi și alte piese de importanță științifică, precum și 54 kg de roci selenare pentru studiu; acestea din urmă s-au adăugat celor 30 kg de rocă, aduse de astronauții misiunii precedente.

Nu am să insist asupra misiunilor „Apollo” care au urmat, încheiate cu misiunea nr. 17. Dar vreau să vă spun un cuvînt despre acea adevărată odisee a spațiului care a fost misiunea „Apollo 13”.

Decolarea misiunii, la data de 11 aprilie 1970, nu a avut nimic deosebit — o plecare obișnuită, cu același uriaș val de flăcări și fum țîșnind din motoarele uriașei rachete Saturn-5 și cu același bubuit de motoare, care se auzea pînă la peste 1 000 km depărtare. Cu cele 3 240 tone ale sale, racheta purtătoare și-a îndeplinit misiunea în perfecte condițiuni, plasînd trenul cosmic pe traiectoria spre Lună. Dar, la 230 000 km de Pămînt, în timp ce astronauții începeau pregătirile pentru plasarea apropiată pe traiectoria circumlunară, o puternică explozie zgudui nava: un rezervor de oxigen de la bordul modului de serviciu a explodat, ca urmare a unui scurtcircuit electric, provocat de o banală rezistență, asemănătoare celor pe care le utilizăm la prăjitoarele noastre electrice de plîne.

Urmările? Foarte grave: reducerea cantității disponibile de oxigen și distrugerea principalelor surse

de energie, inclusiv a acelor destinate iluminatului modulelor și încălzirii compartimentelor.

Imediat, misiunea a fost anulată. Se puna, ca problemă fundamentală, salvarea celor trei astronauți, în condițiile în care modulul de serviciu — veritabilă locomotivă spațială și care asigura accelerarea necesară revenirii spre Pământ — era literalmente distrus.

După o muncă titanică, în timpul căreia astronauții se tot depărtau de Pământ, la centrul de dirijare a zborului s-a luat hotărârea ca trenul spațial, chiar avariata, să ajungă în preajma Lunii; acolo, folosind reacția gravitațională și — pe cât posibil — micile motoare ale modulului selenar, complexul orbital să poată fi plasat pe o traiectorie spre Pământ.

Intr-o adevărată odisee spațială (modulul de comandă fusese de altfel numit chiar „Odyssey“!), suferind de frig și mai mult în întinerie (afară de lumina venită de la Soare), echipajul s-a apropiat treptat de Lună. Cu mici corecții de traiectorie, folosind motoarele modulului selenar „Aquarius“, complexul orbital a trecut dincolo de Lună, la 250 km de suprafața acesteia: de modul în care această parte a zborului era realizată, depindea întreaga salvare a echipajului. Mai mult, de pe Pământ nu se putea interveni: comenzile trebuiau date *dincolo de Lună*, acolo unde nava era invizibilă de aici și deci, comenzile noastre date prin radio spre dispozitivele automate, nu puteau fi înregistrate de acestea.

Minute după minute de emoții; la reapariția navei din spatele Lunii, o speranță: dificila manevră părea a fi fost executată conform calculelor. Și numai după câteva zeci de secunde, timpul necesar prelucrării datelor, speranțele au crescut: manevra

fusese executată în perfectă concordanță cu calculele.

De acum, o singură etapă era mai dificilă: aceea de revenire spre Pământ, cu modulul selenar cu tot, dat fiind faptul că acesta mai dispunea de ceva rezerve de energie, capabile să asigure o temperatură convenabilă pentru astronauți, în jur de... zero grade Celsius! Și, cu prețul unor manevre foarte fine, destinate echilibrării complexului spațial, „Odyssey“ a ajuns la limita atmosferei terestre. Aici a pătruns în perfecte condiții în atmosferă, coborînd ca și celelalte nave „Apollo“, pe valurile Pacificului, după 142 de ore, 54 de minute și 41 de secunde de la lansare: era în ziua de 17 aprilie 1970.

Nu puțini au fost aceia care au întrebat dacă aceste zboruri spre Lună — ca și, în general, toate operațiile de explorare și exploatare a spațiului cosmic — au vreo importanță, în ce măsură sînt utile omenirii. Sînt sigur că nimeni dintre voi nu se îndoieste, nu de utilitatea, ci de uriașa importanță a cuceririi și folosirii pașnice a spațiului cosmic, viitoarelor orașe-satelit și baze de cercetare științifică; marile posibilități de creare a noi și ultramoderne tehnologii pentru realizarea unor aparate și instrumente necesare tehnicii contemporane, ca și a altor căi și mijloace de rezolvare a unor probleme ale progresului economic și social al omenirii, reprezintă numai unele dintre aspectele cu caracter practic, pentru care astronautica este calea cea mai potrivită de rezolvare. Dar, în același timp, nu este o dovadă și a faptului că sîntem ființe raționale, că folosim tot ceea ce natura ne pune la dispoziție — iar noi prin știință și tehnică facem totul pentru progresul necontenit al omenirii?...

Și încă o dată ne întoarcem la planetariu. Cei care vin aici, pentru a participa la vreun spectacol, găsesc în repertoriul planetariului de la Bacău un spectacol anume, destinat zborului uman spre satelitul nostru natural : *De la Pământ la Lună*. Cuprinzând aspectele cele mai importante ale misiunilor deja îndeplinite, el se completează prin unele dintre cele mai importante proiecte de utilizare a Lunii în diferite scopuri : cercetare, telecomunicații, industrie, meteorologie... Pentru că, deși pare la prima vedere că oamenii au cam... abandonat Luna, nu este deloc așa. Nu mai departe decât în deceniul care urmează, se prevede începerea unei vaste acțiuni de veritabilă colonizare a Lunii (în sensul major al cuvântului !), prin crearea, acolo, a unor baze cu caracter permanent, în care echipe de zeci și zeci de oameni — specialiști în diferite domenii — să lucreze câte trei, apoi șase luni și chiar câte un an de zile, după care să fie înlocuiți cu alți oameni. Atunci, cu adevărat vom putea spune că Luna a devenit un veritabil continent al planetei pe care o locuim.

Veți întâlni oameni care întâmpină cu scepticism astfel de proiecte. Sunt acela care încă și acum privesc cu neîncredere relatările despre zborurile cosmice, despre sondele noastre care străbat miliarde de kilometri, sau despre sutele de zile petrecute în spațiu de astronauți. Nu mă îndoiesc că mai devreme sau mai târziu și aceștia își vor da seama de eroarea în care trăiesc, de rămânerea lor în urma noastră, a celor care, urmărind progresul omenirii, facem tot ce putem pentru a contribui la binele și bunăstarea întregii umanități.

ȘI ACUM, MAI DEPARTE...

Dragii mei prieteni, am încercat în paginile de până acum să vă arăt ce este un planetariu și cum se poate afla, participând la activitățile sale. Am făcut împreună incursiuni în subiectul atât de complex al mișcărilor Pământului și am călătorit pe urmele sondelor interplanetare ; am rătăcit pe meleagurile pustii ale Lunii, împreună cu echipajele umane care au ajuns acolo, și am trecut prin jeturile de pulberi și gaze ale cometelor. Iar la un moment dat, parcă luând-o cu mult înaintea viitoarelor noastre nave interstelare, ne-am avântat cu mult dincolo de cele câteva mii de stele pe care le vedem cu ochiul liber în orice noapte senină, descoperind o lume fantastică de aștri — tineri și bătrâni, în curs de formare sau în plin proces de distrugere. Dar, cel puțin până acum, nu am descoperit alte lumi populate, alte civilizații, în afara celei de pe planeta noastră. Să fie oare, presupusa lor existență, o simplă ipoteză ? Să fim oare noi, oamenii de pe planeta Terra, singurele ființe raționale în nesfârșirea Universului ?

Categoric nu. Și fără să repet cele pe care le-am mai spus, vă voi reaminti faptul că oamenii de știință sunt ferm convinși că, în diferite colțuri ale Universului, există adevărate civilizații — unele dintre ele, poate, cu mult mai avansate decât civilizația noastră.

S-a vorbit și se mai vorbește încă de „obiecte zbucătoare neidentificate“, de preținse „vizite“ ale unor

Și încă o dată ne întoarcem la planetariu. Cei care vin aici, pentru a participa la vreun spectacol, găsesc în repertoriul planetariului de la Bacău un spectacol anume, destinat zborului uman spre satelitul nostru natural : *De la Pământ la Lună*. Cuprinzând aspectele cele mai importante ale misiunilor deja îndeplinite, el se completează prin unele dintre cele mai importante proiecte de utilizare a Lunii în diferite scopuri : cercetare, telecomunicații, industrie, meteorologie... Pentru că, deși pare la prima vedere că oamenii au cam... abandonat Luna, nu este deloc așa. Nu mai departe decât în deceniul care urmează, se prevede începerea unei vaste acțiuni de veritabilă colonizare a Lunii (în sensul major al cuvintului !), prin crearea, acolo, a unor baze cu caracter permanent, în care echipe de zeci și zeci de oameni — specialiști în diferite domenii — să lucreze câte trei, apoi șase luni și chiar câte un an de zile, după care să fie înlocuiți cu alți oameni. Atunci, cu adevărat vom putea spune că Luna a devenit un veritabil continent al planetei pe care o locuim.

Veți întâlni oameni care întâmpină cu scepticism astfel de proiecte. Sint acela care încă și acum privesc cu neîncredere relatările despre zborurile cosmice, despre sondele noastre care străbat miliarde de kilometri, sau despre sutele de zile petrecute în spațiu de astronauți. Nu mă îndoiesc că mai devreme sau mai târziu și aceștia își vor da seama de eroarea în care trăiesc, de rămânerea lor în urma noastră, a celor care, urmărind progresul omenirii, facem tot ce putem pentru a contribui la binele și bunăstarea întregii umanități.

ȘI ACUM, MAI DEPARTE...

Dragii mei prieteni, am încercat în paginile de pînă acum să vă arăt ce este un planetariu și cum se poate afla, participînd la activitățile sale. Am făcut împreună incursiuni în subiectul atît de complex al mișcărilor Pămîntului și am călătorit pe urmele sondelor interplanetare ; am rătăcit pe meleagurile pustii ale Lunii, împreună cu echipajele umane care au ajuns acolo, și am trecut prin jeturile de pulberi și gaze ale cometelor. Iar la un moment dat, parcă luînd-o cu mult înaintea viitoarelor noastre nave interstelare, ne-am avîntat cu mult dincolo de cele cîteva mii de stele pe care le vedem cu ochiul liber în orice noapte senină, descoperind o lume fantastică de aștri — tineri și bătrîni, în curs de formare sau în plin proces de distrugere. Dar, cel puțin pînă acum, nu am descoperit alte lumi populate, alte civilizații, în afara celei de pe planeta noastră. Să fie oare, presupusa lor existență, o simplă ipoteză ? Să fim oare noi, oamenii de pe planeta Terra, singurele ființe raționale în nesfîrșirea Universului ?

Categoric nu. Și fără să repet cele pe care le-am mai spus, vă voi reaminti faptul că oamenii de știință sint ferm convinși că, în diferite colțuri ale Universului, există adevărate civilizații — unele dintre ele, poate, cu mult mai avansate decât civilizația noastră.

S-a vorbit și se mai vorbește încă de „obiecte zbucătoare neidentificate“, de preținse „vizite“ ale unor

extraterestri... Mă rog, fiecare cu părerile lui. Dar, fără să deschid aici o polemică, o discuție în contradictoriu, dați-mi voie să vă spun că singurul proiect SERIOS de căutare a unor civilizații extraterestre — proiect care nu ține cont de OZN sau alte astfel de idei — este cel deja pus în aplicare de cîțiva ani, și la care iau parte o serie de state : proiectul SETI. Este vorba de o căutare sistematică, prin mijloacele radioastronomiei, a unor semnale radioelectrice care, eventual, au fost lansate în spațiu de vreo civilizație.

Problema este extrem de dificilă, ca urmare a uriașului amalgam de unde radioelectrice — emisiunile lansate de noi, cei de aici, în sistemul nostru de telecomunicații, emisiunile dintre noi și miile de roboți spațiali, sateliți sau rachete cosmice, emisiunile radioelectrice emise în mod spontan de aștri, pe baza proceselor fizice care au loc în sinul lor... De aceea, a fost necesar ca, mai întîi, să găsim posibilitatea separării și analizării ultrarapide a acestor semnale. Iar după rezolvarea teoretică a problemei, a trebuit să se treacă la aplicarea în practică — deci încă un grup de dificile probleme tehnice. Cum, necum, aspectele de acest fel au fost depășite și s-a procedat la realizarea primei etape a programului : supravegherea întregului cer, în vederea eventualei depistări a unor semnale cu caracteristici de artificial, de sistematic, trădînd vreo civilizație extraterestră. În condițiile sensibilității aparaturii de care se dispune astăzi, avem posibilitatea ca să facem o astfel de depistare, pe o rază de cca 40 de ani lumină.

Cea de a doua etapă, însă, va cuprinde o cercetare limitată la stelele de tipul Soarelui, care, așa cum spuneam mai de mult, sînt cele mai suscepti-

bile de a poseda ecosfere deosebite și în care, dacă s-au format planete, ar putea să fi apărut viața sub diferite forme. În aceste condiții, raza noastră de acțiune este mult mai largă și anume, cu anumite sisteme de cercetare, putem studia stele de acest tip, situate pînă la distanțe de 1 000 de ani lumină.

Mari instrumente ale radioastronomiei au fost puse în lucru la desfășurarea proiectului SETI, ca de exemplu, radiotelescopul RATAN din Uniunea Sovietică, cu diametrul de 600 m ; radiotelescopul de la Porto Rico, cu diametrul de 305 metri ; marile radiotelescoape de cîte 70 metri diametru de la Goldstone (California) și Canberra (Australia) etc. Dar rezultatele... Rezultatele le vom avea poate peste un an sau peste 10 ani, sau mai mult. Șansele sînt totuși minime. Tot așa de mici ca și acelea de interceptare a sondelor „Pioneer” 10 și 11 de către vreo civilizație extraterestră, care să analizeze și să înțeleagă mesajul nostru de pe placa de oțel aurit, fixată pe fiecare dintre ele... Este și aici o încercare de a intra în contact cu semenii de-ai noștri, aflați cine știe unde, în Univers...

Să ne oprim însă aici. Nu voi mai insista asupra fantului că și pe această temă, la planetariul de la Bacău, ca și la celelalte planetarii din țară, veți avea posibilitatea unor prezentări mai largi, cu explicații și imagini ce nu ar putea fi expuse în cadrul unei cărți, decît dacă este special consacrată acestei probleme. În ce mă privește însă, credincios titlului am vrut doar să vă apropii de planetariu, să vă arăt puțin în acest cadru despre toate cîte le puteți afla, vizitînd un planetariu.

Și acum, dacă am ajuns la capătul acestei discuții — căci sper în prelungirea ei la planetariu,

iată și adresele celor patru planetarii din țara noastră, în ordinea alfabetică a localităților de reședință :

1. Bacău. Strada Troțuș, nr. 8—10, Planetariu, expoziție astronomică permanentă, expoziții temporare, observator astronomic.
2. Baia Mare. Strada G. Coșbuc, nr.16, Planetariu, expoziție astronomică, observator astronomic.
3. Constanța. Piața Soveja, Planetariu, expoziție astronomică și astronautică, observator astronomic.
4. Suceava. Strada E. Bodnăraș, nr. 13 A, Planetariu, expoziții astronomice temporare, observator astronomic.

Vizitați planetariile noastre, stați de vorbă cu specialiștii care lucrează în cadrul lor și înfățișați-le dorințele voastre în materie de cunoaștere a universului astral, pentru ca și ei să poată să răspundă cu mai multă eficiență dorințelor, înclinărilor și preferințelor voastre, având astfel satisfacția unor împliniri.

Anexă

DATE PRIVIND PLANETELE SISTEMULUI SOLAR

Planeta	Distanța la Soare, în milioane km	Durata revoluției cîrînsolare	Diametrul km	Durata relației în jurul axei	Distanța minimă de la Pământ în mil. km
Mercur	57,909	88 zile	4 878	58,6 zile	76,8
Venus	108,208	224,6 z	12 104	243,6 z	37,2
PĂMÎNTUL	149,598	1 an	12,756	238,56m04s	—
Marte	227,943	1 an 322 z	6 794	243,37m26s	54,3
Jupiter	778,323	11 ani 315 z	142,796	9h36m30s	585
Saturn	1 426,604	29 ani 167 z	120 000	10h30m43s	1 237
Uranus	2 873,887	84 ani 8 z	50 800	15h36m	2 568
Neptun	4 508,629	164 ani 290 z	48 600	18h26m	4 274
Pluton	5 892,792	247 ani 250 z	3 000	6,39 z	4 349

CUPRINS

Cum s-a născut „Invitația“	5
Acolo unde cerul e mereu senin	14
Cite mișcări are Pământul ?	28
Din poveștile constelațiilor	44
În lumea planetelor	51
Astrofizica la planetariu	62
Dincolo de stele	112
Povestea unei stele...	130
Din nou pe meleaguri cunoscute	141
Mesagerii spațiului	155
„Un mic pas pentru om, un salt uriaș pentru omenire...”	168
Și acum, mai departe...	177

Dragoș - Silviu
T. Bora

Lector : **MARIA MOROGAN**
Tehnoredactor : **KLARA GALIUC**

Bun de tipar : 24.II.1989.
Apărut : 1989
Coli de tipar : 5 3/4.



Tiparul executat sub comanda nr. 78
la I. P. „Filaret”, str. Fabrica de chibrituri
nr. 9—11. București
Republica Socialistă România